# PHYSIKALISCHE ZEITSCHRIFT

No. 44. 4. August 1900. 1. Jahrgang.


INHALT.


**Originalmitteilungen:**

P. de Heen, Die Projektionen des Äthers. S. 473.

Edm. van Aubel, Über die physikalischen Eigenschaften von Kobalt und Nickel. S. 474.

F. Himstedt, Über einige Versuche mit Becquerel- und mit Röntgenstrahlen. S. 476.

R. Abegg, Bemerkung zum Leitvermögen von Ammoniaklösungen. S. 478.

F. Paschen, Eine Geisslersche Röhre mit Quecksilberelektroden zum Studium des Zeemaneffektes. S. 478.

C. Runge und F. Paschen, Studium des Zeemaneffektes im Quecksilberspektrum. S. 480.

A. Hagenbach, Über elektrolytische Leitung in Gasen beim kritischen Punkte. S. 481.

**Vorträge und Reden:**

C. Déguisne, Über den Schnelltelegraphen von Pollak und Virág. S. 484.

**Referate über die Berichte des Internationalen Physikerkongresses zu Paris:**

H. Pellat, Die Physikalisch Technischen Staatslaboratorien. S. 486.

W. Spring, Eigenschaften der festen Körper unter Druck, Diffusion der festen Materie, innere Bewegungen der festen Materie. S. 487.

A. Charpentier, Über die Netzhautphänomene. S. 488.

J. Macé de Lepinay, Massbestimmungen mit den Interferenzmethoden. S. 489.

**Berichte von der Pariser Weltausstellung:**

No. 2. E. Ruhmer, d'Arsonvals Exploseur rotatif. S. 490.

**Tagesereignisse:**

Preussische Promotionsordnung für die Erwerbung des Dr.-Ing. S. 491.

**Personalien.** S. 492.

**Berichtigungen.** S. 492.

**Gesuche.** S. 492.


## ORIGINALMITTEILUNGEN.

### Die Projektionen des Äthers.[1])

Von P. de Heen.

Unsere Grundannahme lässt sich folgendermassen zusammenfassen: 1. Von jedem Erschütterungscentrum des Äthers aus wird diese Substanz mit mehr oder weniger grosser Geschwindigkeit umhergeschleudert. 2. Diese Äther„schleuderungen" besitzen die Fähigkeit, in ihrer Bewegung sowohl die auf einem Körper befindliche Elektrizität als auch die Ionen, die den Gasinhalt sehr stark evakuierter Röhren bilden, mit fortzuziehen.

Von diesem Standpunkte aus lassen sich die Hauptthatsachen der Crookesschen Röhren durch die Annahme erklären, dass die Kathode ein sehr intensives Ätherausschleuderungscentrum bildet. Da nun diese Schleuderungen (projections) die Ionen der strahlenden Materie mit sich fortziehen können, so können sie auch mechanische Wirkungen ausüben, und werden als solche Kathodenstrahlen genannt. Wenn nun dieses Gemisch von Äther und Ionen auf die Antikathode auftrifft, so wird durch den dabei erfolgenden Stoss der Äther von den Ionen befreit, indem letztere wenigstens teilweise in die feste Masse eindringen. Diesem so gereinigten weggeschleuderten Äther gelingt es nun leichter, die Glasbirne zu passieren, und zwar als X-Strahlen.[2]) Diese Art und Weise, die Vorgänge zu betrachten, rechtfertigt sich durch folgende Thatsachen:

Lässt man ein Büschel Röntgenstrahlen in ein Radiometer eintreten, so zieht dieses Büschel darin enthaltene Gasteilchen mit sich fort und kann so von neuem mechanische Wirkungen ausüben. Ein Radiometer, das der Wirkung dieser Strahlen ausgesetzt ist, verhält sich ungefähr wie ein Rädchen, das gleichmässig von einem Wasserstrahl bestrahlt wird. Das heisst, dass es unbestimmte Bewegungen erleidet. Wenn man nun mit Hülfe eines in der Hand gehaltenen Bleibleches einen Teil der Radiometerflügel beschirmt, so kann man bei etwas Übung dem Radiometer eine gleichförmige Drehbewegung verleihen. Da nun die Röntgenstrahlen die Blättchen sehr leicht durchdringen, so schien es uns ziemlich wahrscheinlich, dass die Bewegung zum Teil von sekundären Strahlen herrührte, die im Innern des Radiometers selbst entstehen. Die zweite Bestätigung ist noch frappanter. Auf ein Kartonblatt von 30—40 cm Seitenlänge giesse man eine Schicht Kolophonium. (Während des Giessens bestreiche man die Oberfläche mit der Flamme eines Bunsenbrenners, um Luftblasen zu vermeiden.) Dann elektrisiere man diese Kolophoniumoberfläche energisch, indem man sie nach allen Richtungen gegen den Konduktor einer Ramsdenmaschine reibt.

Wenn man nun um diese Oberfläche herum drei Centren von Ätherausschleuderungen an-

1) Ausführlich in Archives de Genève (4) **IX** und Bull. de l'Acad. royale de Belgique 1899, 589. (Ich verzichte im Titel absichtlich auf eine Verdeutschung des Wortes „Projections". Der Sinn wird sich aus den folgenden Darlegungen ergeben. Der Übersetzer.)

2) Wir ignorieren noch vollkommen, was der Äther ist, ob es sich hier um den Äther handelt, der der Träger der Lichterscheinungen ist, oder um eine davon verschiedene Substanz, deren Eigenschaften der Materie näher kommen, dies zu entscheiden, ist gegenwärtig noch nicht möglich.

bringt, so werden sich dieselben so verhalten, wie z. B. drei Wasserstrahlen, die, wenn sie auf eine Fläche auftreffen, sich in dünnen Schichten ausbreiten, welch letztere bei ihrer Begegnung drei Gerade bilden. Auf gleiche Weise werden sich auch die Ätherprojektionen ausbreiten, und die auf der Kolophoniumfläche befindliche Elektrizität nach drei, sich in einem Punkte schneidenden Geraden kondensieren.[1]) Um diese Verteilung der Elektrizität sichtbar zu machen, genügt es, die Oberfläche mit sehr feinem Schwefelpulver zu bestreuen (in der Art, wie man die Lichtenbergschen Figuren erzeugt). Als Ausschleuderungscentrum kann dienen eine Bunsenflamme, oder eine mit einem Pole (am besten dem negativen) eines starken Induktors verbundene Spitze, auch ein glühender Körper u. s. w. Bedient man sich der X-Strahlen, so geschehen die Ausschleuderungen mit solcher Heftigkeit, dass sie die Harzschicht durchdringen. Um den Versuch auszuführen, beschirmt man einen Teil der Oberfläche durch ein Bleiblech von ungefähr 5 cm Seitenlänge. An den Rändern dieses Bleches werden sekundäre Strahlen erzeugt, d. h. Ausschleuderungen von geringer Durchdringungsfähigkeit, die sich auf der Oberfläche ausbreiten, und eine Gerade erzeugen. Alle diese Versuche lassen sich in weniger als einer Minute ausführen.

Stellt man die Flammen in Vierecken auf, so wird man Vierecke erhalten; stellt man sie in einem Fünfeck auf, so erhält man ein Fünfeck; und gruppiert man 6 Flammen zu einem Sechseck, so erhält man auf der Harzoberfläche Dreiecke. Diese Versuche zeigen, dass die Ausschleuderungen (projections) des reinen oder des mit Ionen gemischten Äthers ein ganz allgemeines Phänomen darstellen, dessen Intensität allein veränderlich ist, und für die X-Strahlen ein Maximum erreicht.

Dieser Standpunkt ist von mir schon 1898 vertreten worden.[2])

Mit Hülfe dieses elektrisierten Harzkuchens lassen sich die Projektionen auch da studieren, wo die Photographie machtlos oder schwer zu verwenden ist. Man kann z. B. den Ausgangspunkt eines zwischen 2 Leitern überspringenden Funkens bestimmen. Man stellt den elektrisierten Harzkuchen so auf, dass er sich über den Erregerkugeln befindet. Ein zur Harzfläche senkrechter dicker Metalldraht wird so angeordnet, dass die Projektion der Kugeln und des Drahtes ungefähr ein Dreieck von 10 cm Seitenlänge bildet. Wenn man nun während einer, von der Natur der Elektrizitätsquelle abhängigen Zeit den Funken übergehen lässt, und dann das Harz mit Schwefel bestreut, so bemerkt man, dass der Draht Schattenwirkung ausübte, und zwar so, dass der Schatten von der Kathode ausging. Diese Ausschleuderungen haben eine geringe Durchdringungskraft, indem die Luft selbst absorbierend wirkt.

1) Diese Eigenschaft des Äthers enthüllte zuerst die Photographie im Jahre 1897. Siehe Bull. de l'Acad. roy. de Belgique 3. série, **XXXIV**, 252.

2) Bull. de l'Acad. roy. de Belgique 3. série, **XXXIV**, 794.

Wenn man in die Nähe eines elektrisierten Harzkuchens irgend einen Gegenstand, z. B. ein Stück Metallblech bringt, so verhalten sich die nächstliegenden Kraftlinien wie Fühlfäden, die mit beiden Enden darin festhaften, und eine grosse Stabilität erlangen. So bemerkt man z. B. dass die nächstliegende Elektrizität der Verschiebung widersteht, welche die oben besprochenen dünnen Ätherblättchen erzeugen würden.

Ein zwischen dem Elektroskope und der Flamme befindliches Drahtnetz verhindert z. B. die Entladung des Elektroskops.[1]) Ist jedoch das Drahtnetz in gleichem Sinne wie das Elektroskop elektrisiert, so tritt diese Erscheinung nicht ein, da die Kraftlinien einander nicht mehr schneiden. Die nämliche Wirkung lässt sich mit X-Strahlen erzeugen, wo es jedoch nötig ist, das Elektroskop in eine metallische Hülle einzuschliessen, um einer Bildung von sekundären Strahlen vorzubeugen. Am besten bedient man sich eines Elektroskopes mit 2 Hollundermarkkugeln, um mit sehr hohen Potentialen arbeiten zu können.[2])

Die Korona der Sonne und der Schweif der Kometen scheint aus von der Sonne herrührender Ausschleuderungen oben besprochener Art zu bestehen. Die elektrischen Entladungen, die man in den höheren Schichten der Atmosphäre beobachtet, und die dem Nordlicht entsprechen, werden begünstigt, wenn diese Ausschleuderungen ein Intensitätsmaximum erreichen, d. h. in Zeiten, in denen die Aktivität der Sonne ein Maximum hat.

1) Siehe Bull. de l'Acad. roy. de Belgique 3. série, **XXXV**, 29—30 und 188—191, desgl. Villard, Bull. des séances de la Soc. franç. de physique vom 6. April 1900, wo dasselbe Phänomen beschrieben und als Argument gegen die Annahme von Strahlungen benutzt wird.

2) Über den Einfluss von Metallhüllen auf die Entladegeschwindigkeit durch X-Strahlen siehe Bull. de l'Acad. belge 3. série, **XXXV**, 368—375.

(Aus dem Französischen übersetzt von S. Guggenheimer.)

(Eingegangen 21. April 1900.)

## Über die physikalischen Eigenschaften von Kobalt und Nickel.

Von Edm. van Aubel.

Es ist interessant zu untersuchen, ob Kobalt und Nickel, deren Atomgewichte nahezu iden-

tisch sind, auch dieselben physikalischen Eigenschaften haben.

Diese Metalle sind sehr schwer im Zustande absoluter Reinheit zu erhalten, aber die Entdeckung des Nickelcarbonyls[1]) hat ein sicheres Mittel in die Hand gegeben, sie zu trennen und auch das Nickel von anderen metallischen Verunreinigungen zu befreien. Ganz kürzlich hat Professor W. A. Tilden[2]) in einer bedeutsamen Abhandlung, die uns sogleich beschäftigen wird, mit grösster Sorgfalt reines Kobalt hergestellt, indem er die schwache Löslichkeit des „Purpureokobaltamin Hydrochlorids" in sehr saurer Lösung benutzte; ferner reines Nickel aus einem Niederschlag mittelst Tetracarbonylmischung, mit darauffolgender Auflösung des Metalls und schliesslicher Elektrolyse.

Die so erhaltenen Metalle wurden in der Sauerstoffwasserstoffflamme geschmolzen und z. B. in Barren geformt. Die grossen Schwierigkeiten der Darstellung des Nickel und des Kobalt berechtigen zum Zweifel an der Genauigkeit der für die Körper erhaltenen Werte physikalischer Konstanten; zwei physikalische Eigenschaften indessen sind an Proben von unerreichter Reinheit bestimmt worden: das ist die thermische Ausdehnung und die spezifische Wärme.

Da die Koeffizienten der thermischen Ausdehnung schon früher durch Fizeau[3]) bestimmt worden sind, so hielt es Herr A. E. Tutton[4]) für zweckmässig, diese Messungen an den kostbaren Proben zu wiederholen, welche ihm von Professor W. A. Tilden überlassen worden waren. Die sehr exakte Methode des Herrn Tutton ergab ihm für den mittleren linearen Ausdehnungskoeffizienten zwischen $O^0$ und $t^0$:

an dem reinen Nickel $10^{-8}\,(1248 + 0{,}74\,t)$
an dem reinen Kobalt $10^{-8}\,(1208 + 0{,}64\,t)$

Herr W. A. Tilden[5]) hat die spezifischen Wärmen derselben Metalle gemessen. Er fand für die von ihm untersuchten besonders reinen Stücke:

| Temperatur | | | mittlere spezifische Wärme Nickel | Kobalt |
|---|---|---|---|---|
| zwischen 100⁰ und | | 15⁰ | 0,10842 | 0,10303 |
| „ | 15⁰ und | — 78,4⁰ | 0,0975 | 0,0939 |
| „ | 15⁰ und | —182,4⁰ | 0,0838 | 0,0822 |

Der Unterschied zwischen den spezifischen Wärmen der beiden Metalle wächst also in dem Masse, als die Temperatur steigt.

Es scheint mir von Interesse, an dieser Stelle, die von Pionchon[6]) erhaltenen Werte für die hohen Temperaturen anzuführen. Das von ihm untersuchte Nickel und Kobalt wurden als Staub erhalten, indem man den Rückstand der Verkalkung reiner Oxalate mit Wasserstoff reduzierte. Dieses Pulver wurde alsdann stark zusammengepresst und so zu einem sehr guten Leiter der Wärme gemacht. Anderseits hat W. A. Tilden[1]) den Einfluss von Verunreinigungen auf die spezifische Wärme verschiedener Metalle untersucht und gezeigt, dass kleine Beimengungen von Kohle oder anderen nicht metallischen Elementen die spezifische Wärme beträchtlich vergrössern, während die Anwesenheit einer kleinen Menge eines fremden Metalles wenig Einfluss zu haben schien.

| Temperatur | spezifische Wärme nach Pionchon Nickel | Kobalt |
|---|---|---|
| bei 0⁰ | 0,10836 | 0,10584 |
| bei 57⁰ [2]) | 0,11090 | 0,10865 |
| bei 100⁰ | 0,11282 | 0,11107 |
| bei 500⁰ | 0,13275 | 0,14516 |
| bei 800⁰ | 0,153 | 0,18456 |
| bei 1000⁰ | 0,1665 | 0,204 |

Also, nach den Ergebnissen von Pionchon, ist die spezifische Wärme des Nickel zuerst etwas grösser wie diejenige des Kobalt, und wird nachher bei den sehr hohen Temperaturen viel kleiner.

Eine andere physikalische Eigenschaft, der elektrische Leitungswiderstand, scheint für Nickel und Kobalt sehr verschieden zu sein. A. Matthiessen und C. Vogt[3]) haben den elektrischen Widerstand an Drähten der beiden Metalle bestimmt, welche ihnen von Wöhler überlassen wurden und von Deville als rein hergestellt worden waren. Die beiden Physiker schlossen aus ihren Messungen, dass das Nickel und Kobalt nicht rein waren[4]) und sie schrieben[5]) den reinen Metallen folgende elektrischen Leitfähigkeiten bei 0⁰ zu:

| | |
|---|---|
| Silber | 100,00 |
| Kobalt | 17,22 |
| Nickel | 13,11 |

Es scheint mir, dass die vorliegende Betrachtung deutlich das Interesse zu Tage treten lässt, welches eine Untersuchung des elektrischen Widerstandes des völlig reinen Nickel und Kobalt hat, denn diese physikalische Eigenschaft ändert sich oft stark durch die Gegenwart der geringsten Spuren von Verunreinigung.[6])

1) Ludwig Mond, Darstellung des Nickel: Revue gen. de Chim. pure et appliquée, Paris, **2**, 121, 1900.
2) Proc. Roy. Soc. London, **66**, 244, 1900.
3) C. R. **68**, 1125, 1869.
4) Proc. Roy. Soc. London, **65**, 306, 1899.
5) l. c.
6) Ann. de Chim. et de Phys. (6), **11**, 83, 1887.

1) l. c., 245.
2) Spezifische Wärme bei 57⁰ oder mittlere spezifische Wärme zwischen 14⁰ und 100⁰. Die Zahlen weichen von den durch W. A. Tilden gefundenen, weiter oben angeführten, ab.
3) Pogg. Ann. **118**, 442—444, 1863.
4) Das ist sehr wahrscheinlich in Anbetracht dessen, was wir heute von den Schwierigkeiten der Darstellung dieser Metalle wissen.
5) l. c., 444.
6) Eine Untersuchung über den elektrischen Leitungswiderstand reiner Metalle und insbesondere des Nickel wird alsbald veröffentlicht werden.

Wenn man schliesslich die beiden Metalle in dem reinsten Zustande vergleicht, in dem sie von den besten chemischen Fabriken geliefert werden, so wird man finden, dass Nickel unvergleichlich leichter zu bearbeiten (feilen, drehen u. s. w.) ist als Kobalt, und dass es von dem letzteren geritzt wird.

Ich hoffe diese kritische Studie durch eine experimentelle Untersuchung über die Eigenschaften des Nickel und Kobalt vervollständigen zu können.

Bemerkung:

Es ist zu beachten, dass Natrium und Magnesium, Aluminium und Silicium, Schwefel und Phosphor, welche paarweise kleine Unterschiede ihrer Atomgewichte aufweisen, sehr grosse Unterschiede in den physikalischen Konstanten zeigen, besonders in den Wärmeausdehnungskoeffizienten und Schmelzpunkten. Natrium und Magnesium haben auch sehr verschiedene spezifische Gewichte.

| Element | Atomgewichte | Linearer Wärmeausdehnungskoeffizient | Schmelzpunkt | Spezifisches Gewicht |
|---|---|---|---|---|
| Natrium | 22,99 | 0,000072 von 0° bis 50° | 5,6° | 0,978 |
| Magnesium | 24,24 | 0,00002694 bei 40° | 750° | 1,74 |
| Aluminium | 26,93 | 0,00002313 bei 40° | 660° [1] | |
| Silicium | 28,3 | 0,00000763 bei 40° | 850° [2] | |
| Schwefel | 31,98 | 0,00004567 von 0° bis 13° | 115° | |
| | | 0,00007433 „ 13° „ 50° | | |
| Phosphor | 30,96 | 0,0001105 von 8° bis 16° | 44,2° | |
| | | 0,0001278 „ 16° „ 42° | | |

Diese Werte sind den physikalisch-chemischen Tabellen von Landolt und Börnstein, 2. Aufl., S. 1, 96, 117 und 121 entnommen.

1) Philos. Magaz. (5), **42**, 37, 1896.

2) Zwischen dem des geschmolzenen Eisens und des Stahles.

(Aus dem Französischen übersetzt von Hermann Th. Simon.)

(Eingegangen 5. Juli 1900.)

## Über einige Versuche mit Becquerel- und mit Röntgenstrahlen.

Von F. Himstedt.

Herr Dr. Giesel hatte die Freundlichkeit, mir eins seiner wirksamen Radiumpräparate zu leihen. Ich habe bei Gelegenheit zweier Vorträge einem grösserem Auditorium mit Hülfe dieses Präparates sehr bequem zeigen können: 1. das Leuchten der Substanz, 2. die Erregung des Barium-Platincyanür-Schirmes (auch dann, wenn das Radium in eine Schachtel aus 0,5 mm dickem Eisenblech eingeschlossen war,[1]) 3. die Erregung der Phosphorescenz von Sidotblende sowohl wie von anderen Substanzen, 4. die Einwirkung auf das Elektroskop durch die Wände der Eisenschachtel hindurch auf eine Entfernung von über 5 m, 5. den Einfluss auf die Funkenstrecke einer Elektrisiermaschine. Für diesen Versuch wurde bei einer Vossschen Influenzmaschine die Funkenstrecke auf ca. 6 cm gestellt und der treibende Motor so reguliert, dass gerade noch Funken übergingen. Brachte man das Radium nun dicht unter die Kugeln der Funkenstrecke, so hörten die Funken auf. Die Wirkung liess sich viel leichter demonstrieren, als die Kugel der Kathode, wie dies Elster und Geitel[2]) angegeben haben, durch eine grössere Scheibe ersetzt wurde. Bei einem Scheibendurchmesser von 30 cm konnte man die Maschine so schnell laufen lassen wie überhaupt möglich, wobei in der Sekunde 2—3 Funken von 8 cm Länge übersprangen. Sobald das Präparat in die Nähe der Funkenstrecke gebracht wurde, hörten die Funken sofort auf.

Im Gegensatz zu den Herren Elster und Geitel glaube ich bei der Gelegenheit feststellen zu sollen, dass Röntgenstrahlen dieselbe Wirkung hervorbringen können. Mit einer Fokusröhre, die durch 50 cm-Induktorium mit Wehnelt-Unterbrecher gespeist wurde, habe ich die Wirkung noch bei 4 m Entfernung der Funkenstrecke von der Röhre absolut sicher demonstrieren können. Die Röhre war dabei in einen lichtdicht schliessenden Kasten eingeschlossen. Da mir bei diesen Versuchen, welche ich schon im vorigen Sommer in der Vorlesung gezeigt habe, aufgefallen war, dass, wenn die Elektrisiermaschine dicht bei der Röhre stand, so dass die ganze Maschine von kräftigen X-Strahlen getroffen wurde, dann stets nach Abstellung des Induktoriums eine gewisse Zeit verging (2—10 Sekunden), ehe die Elektrisiermaschine wieder Funken gab, so schien es mir von vornherein sehr unwahrscheinlich, dass, wie die Herren Elster und Geitel vermutet haben, der Mangel an Kontinuität in der Strahlung der mit einem Induktorium getriebenen Röhre Schuld daran sein sollte, dass die genannten Autoren keine Wirkung der Röntgen-Strahlen auf die Funkenstrecke beobachten konnten. Ich habe das Induktorium mit einem Foucaultunterbrecher von zwei Unterbrechungen in der Sekunde benutzt, und damit die Wirkung auf die Funkenstrecke stets sicher erhalten.

1) Im Dunkelzimmer, mit gut ausgeruhtem Auge, konnte man die Fluorescenzerregung des Schirmes durch eine 1 cm dicke Bleischicht noch sehr gut sehen.

2) Wied. Ann. **69**, 673, 1899.

Vielleicht war die von den Herren Elster und Geitel benutzte Röhre nur zu schwach.

Des Weiteren habe ich mit dem Gieselschen Radium die magnetische Ablenkung der Becquerelstrahlen zeigen können,[1]) so dass die Erscheinung auf 3 m Entfernung noch gut gesehen werden konnte. Das Präparat lag in einem ganz flachen Bleikästchen von 5 mm Wandstärke, dessen Deckel in der Mitte eine dickwandige Bleiröhre von 1 cm Durchmesser und ca. 5 cm Länge trug. Auf diese, die zwischen den Polen des Elektromagneten hindurchging, wurde der Röntgenschirm gelegt, auf dem dann ein scharf begrenzter kreisrunder Fleck entstand. Beim Schliessen des Stromes im Elektromagneten konnte dieser Fleck vollkommen zum Verschwinden gebracht werden. Beim langsamen Schwächen des Stromes sah man den Fleck von der Seite her wieder in seine alte Lage kommen.

Man hat, soviel mir bekannt, den Energieaufwand für die beständige Strahlung des Radiums herzuleiten gesucht aus einem langsam verlaufenden chemischen Prozesse. Es schien mir deshalb von besonderem Interesse, den Einfluss tiefer Temperaturen auf die Radioaktivität des Präparates zu untersuchen. Die Herren Hagenbach und Kahlbaum in Basel hatten die Freundlichkeit, die hierzu nötige flüssige Luft herstellen zu lassen und selbst an den Beobachtungen Teil zu nehmen. Es konnte keine Abnahme, weder in der Leuchtkraft, noch in der Erregung des Fluorescenzschirmes beobachtet werden. Belichtete Balmainsche Leuchtfarbe, mit der ein Kontrolversuch ausgeführt wurde, erschien bei der Temperatur der flüssigen Luft vollkommen dunkel.

Um den Einfluss der Abkühlung auf die Fähigkeit des Radiums, das Elektroskop zu entladen, zu untersuchen, wurde die folgende Anordnung benutzt. Der Knopf eines Exnerschen Elektroskopes war durch einen Draht verbunden mit einer isolierten horizontal aufgestellten Metallplatte von 6 cm Durchmesser. Unter dieser wurde ein in Watte verpacktes Becherglas aufgestellt, in welches das in eine Glasröhre eingeschlossene Radium gebracht werden konnte. Es wurde beobachtet die Zeit, während welcher das Elektroskop von 2000 auf 1000 Volt entladen wurde. Bei Zimmertemperatur gaben hierfür 3 Versuche übereinstimmend 31 Sekunden. Nachdem jetzt das Becherglas mit flüssiger Luft gefüllt und genügend lange gewartet war, ergaben sich 33, 35, 34, 35 Sekunden. Hinterher ergaben die Versuche in Zimmertemperatur wieder 31 Sekunden.

Aus dieser Differenz von ca. 3 Sekunden, deren thatsächliches Vorhandensein durch eine neue Versuchsreihe festgestellt wurde, darf man jedoch noch nicht den Schluss ziehen, dass die Abkühlung auf eine tiefe Temperatur die Radioaktivität entsprechend vermindert hätte. Man darf nicht ausser Acht lassen, dass bei der gewählten Versuchsanordnung die Strahlen vom Radium zum Elektroskope das eine Mal durch gasförmige, das zweite Mal durch flüssige Luft gehen, und dass letztere, entsprechend ihrer bedeutend grösseren Dichte, auch stärkere Absorption hervorrufen kann. Um hiervon unabhängig zu sein, wurde das Becherglas ein Mal gefüllt mit Alkohol von Zimmertemperatur, das zweite Mal mit Alkohol, der bis an seinen Erstarrungspunkt abgekühlt war. Es ergab sich in beiden Fällen die gleiche Entladungsdauer von 36 Sekunden. Dieselben Versuche sind wiederholt, immer mit dem gleichen Erfolge angestellt, indem die Abkühlung durch feste $CO_2$ in Äther bewirkt wurde.[1])

Es ist bekannt,[2]) dass, wenn man das Präparat, in lichtdichtes Papier eingeschlossen, auf das im Dunkelzimmer gut ausgeruhte geschlossene Auge legt, man eine Lichtempfindung wahrnimmt, bei der man das Gefühl hat, als sei das ganze Auge mit Licht erfüllt. Überraschend ist dabei, wie schnell das Auge für diese Lichtempfindung ermüdet. Ich habe mir zwei ganz gleiche Päckchen aus lichtdichtem Papier hergestellt, das eine mit dem Radium, das andere mit einer entsprechenden Menge Sand gefüllt. Legt man einem Menschen mehrmals hintereinander auf die beiden Augen die beiden Päckchen, sie ohne sein Wissen wiederholt vertauschend, so sind manche Menschen nach 10—15 maliger Wiederholung des Versuches wohl noch im Stande anzugeben, auf welchem Auge das wirksame Päckchen mit dem Radium liegt. Nach etwa 30 maliger Wiederholung des Versuches vermag nach meiner Erfahrung kein Mensch mehr anzugeben, auf welches Auge das Radium, auf welches der Sand gelegt ist. Man wird zur Erklärung der Lichtempfindung ja wohl annehmen müssen, dass die Netzhaut oder auch die Linse bezw. der Glaskörper des Auges zur Fluorescenz erregt wird,[3]) vielleicht ist die erwähnte schnelle Ermüdung daraus zu erklären, dass die Fluorescenz nicht momentan verschwindet, und deshalb die Kontraste geringer werden.

Da die Becquerelstrahlen durch undurchsichtige Substanzen hindurchgehen, so war es von vornherein sehr wahrscheinlich, dass Blinde,

1) F. Giesel, Wied. Ann., 69, 834, 1899.

1) Kurze Zeit, nachdem die Versuche am 27. März abgeschlossen waren, erfuhren wir, dass Herr und Frau Curie schon vor uns ähnliche Versuche mit dem gleichen Erfolge ausgeführt hatten.

2) Von Dr. Giesel auf der Naturforscher-Versammlung in München September 1899 demonstriert.

3) Über diesbezügliche Versuche mit Becquerel- und mit Röntgenstrahlen, die ich inzwischen mit Herrn Dr. Nagel angestellt habe, soll in Kürze berichtet werden.

deren Sehvermögen dadurch verloren gegangen ist, dass die Hornhaut oder die Linse des Auges getrübt ist, trotzdem unter der Einwirkung der Becquerelstrahlen eine Lichtempfindung haben würden. Versuche an einer grösseren Anzahl von Personen haben dies durchaus bestätigt.

Zum Schlusse möchte ich noch erwähnen, dass es mir nicht gelungen ist, irgend eine Wirkung des Radiums auf den Kohärer nachzuweisen, dagegen habe ich ohne Schwierigkeiten zeigen können, dass der Widerstand einer Selenzelle durch die Einwirkung der Becquerelstrahlen herabgesetzt wird. Bei diesen Versuchen war das Radium in eine mehrfache Hülle lichtdichten photographischen Papiers eingeschlossen, bei einigen Versuchen befand es sich auch in einer Eisenschachtel von 0,5 mm Wandstärke, so dass die Wirkung sichtbarer Strahlen mit voller Sicherheit ausgeschlossen war. Es wurde hierauf mit grosser Sorgfalt geachtet, weil durch Vorversuche festgestellt war, dass alle phosphorescierenden Substanzen den Widerstand der Selenzelle bei direkter Bestrahlung herabzusetzen vermögen, durch lichtdichtes Papier hindurch jedoch keinerlei Wirkung ausüben. Die Widerstandsverminderung der Selenzelle durch das Radium betrug, wenn letzteres durch eine doppelte Hülle lichtdichten Papiers und eine ca. 1 cm dicke Luftschicht hindurch wirkte, ca. 1 Proz. und liess sich mit der Wheatestoneschen Brücke sehr sicher messen.

Ich habe bei dieser Gelegenheit dann weiter konstatiert, dass Röntgenstrahlen sehr energisch auf die Selenzelle wirken. Ich konnte den Widerstand der Zelle durch Röntgenstrahlen um mehr als 50 Proz. vermindern. Ich hoffe, dass sich hieraus eine Methode ergeben wird, welche in bequemer Weise die Intensität der Röntgenstrahlen zu messen, resp. die Strahlung verschiedener Röhren unter verschiedenen Umständen zu vergleichen gestattet. Ebenso wie die Röntgenstrahlen vermögen nach meinen Versuchen aber auch die ultravioletten Strahlen den Widerstand der Selenzelle zu verkleinern, dagegen nicht die ultraroten Strahlen. Es liegt bei der übereinstimmenden Wirkung der ultravioletten, der Röntgen- und der Becquerelstrahlen die Vermutung nahe, dass die Widerstandsverminderung des Selens eine indirekte sei, indem direkt durch die Wirkung jener Strahlen eine Fluorescenz oder Phosphorescenz des Selens hervorgerufen werde, und dieses dann erst sozusagen unter der Wirkung seiner eigenen Strahlen seinen Widerstand ändere. Ich habe jedoch auch bei den sorgfältigsten Beobachtungen im Dunkelzimmer keine Fluorescenz oder Phosphorescenz des Selens beobachten können.

Freiburg i. Br., 15. April 1900.

(Eingegangen 19. Juli 1900.)

## Bemerkung zum Leitvermögen von Ammoniaklösungen.

Von R. Abegg.

Von Herrn F. Goldschmidt ist (d. Ztschr. **1**, 287) versehentlich behauptet worden, dass die Leitfähigkeit wässeriger Ammoniaklösungen bis dahin nur in verdünnten Lösungen bestimmt worden sei. Wie uns Herr F. Kohlrausch gütigst aufmerksam macht, ist dies jedoch nicht zutreffend, da solche Bestimmungen von seiner Hand bereits aus den Jahren 1877 und 1879 vorlagen (Gött. Nachr. **1877**, 198; Wied. Ann. **6**, 22, 1879), die sich zudem in Kohlrausch und Holborn, Leitvermögen der Elektrolyte (Lpzg. 1898) wiedergegeben finden. Die beiderseitigen Versuchsreihen stimmen gut überein.

Bei dieser Gelegenheit sei auch erwähnt, dass das von mir (d. Ztschr. **1**, 195) vorgeschlagene Anlöten von Kupferdrähten an Platinelektroden praktischer durch das von Herrn Kohlrausch (s. Kohlrausch und Holborn, S. 11 und 18) bereits vorher empfohlene Aneinanderschweissen ersetzt werden kann.

(Eingegangen 24. Juli 1900.)

## Eine Geisslersche Röhre mit Quecksilberelektroden zum Studium des Zeeman-Effektes.

Von F. Paschen.

Zur Beobachtung des Zeeman-Effektes ist es gut, Lichtquellen anzuwenden, deren Emissionslinien möglichst wenig unscharf sind. Hr. A. A. Michelson [1]) fand bei Benutzung der Geisslerschen Röhren so die eigenartigen Linienkonfigurationen, welche z. B. bei der grünen und der blauen Quecksilberlinie 5461 und 4359 Ångströmsche Einheiten im magnetischen Felde auftreten. Michelson verwendete zur Untersuchung teils das Interferometer, teils das Echelon-Spektroskop. Es sind Zweifel darüber geäussert, ob man mit den besten Gittern diese feinen Einzelheiten noch beobachten könnte, weil in den höheren Ordnungen, die eine hinreichende auflösende Kraft besitzen, die Intensität zu gering wäre.

Bei einer Untersuchung des Zeemanschen Effektes, welche Herr Prof. C. Runge und ich unternommen haben,[2]) habe ich eine Geisslersche Röhre für das Quecksilberspektrum verfertigt, welche auch für die höheren Ordnungen

1) A. A. Michelson, Astrophys. Journ. **VII**, 131, 1898.
2) Man vergl. die folgende Notiz, S. 480.

der grössten Rowlandschen Konkavgitter die erforderliche Intensität liefert. Wir haben damit die Beobachtungen von Michelson wiederholt und auf das ganze ultraviolette Spektrum ausgedehnt.

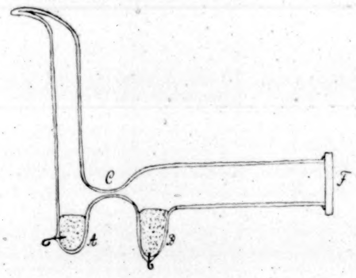


Fig. 1.

Fig. 1 zeigt die Anordnung der Röhre. In den Kölbchen *A* und *B* befindet sich Quecksilber. Die Kapillare *C* ist von 0,2 bis 0,5 mm innerem Durchmesser und, der Ausdehnung unseres homogenen magnetischen Feldes angemessen, von 1 bis 2 mm Länge. Die Strahlung der „end—on" benutzten Kapillaren gelangt durch das Fenster *F* zur Beobachtung, welches für sichtbare Strahlen aus Glas sein kann, für die ultravioletten aus Flussspat besteht (nicht aus Quarz, falls man die Polarisationszustände der Komponenten der magnetisierten Linie untersuchen will). Die Röhre ist evakuiert und unmittelbar nach kurzem Aufkochen des Quecksilbers in beiden Kölbchen abgeschmolzen. Eine Füllung mit Wasserstoff von $^1/_{10}$ bis $^1/_2$ mm Druck, vor dem Abschmelzen, welche anfangs angewendet wurde, verbesserte die Röhre nicht. Fig. 2 zeigt die Justierung der Röhre im Grundriss zwischen den Polschuhen unseres Elektromagneten, deren Entfernung bei der Anordnung der Röhre bis auf 3 mm herabgemindert werden kann.

Wir betreiben die Röhre mit einem Induktorium, dessen sekundäre Wickelung etwas dickeren Draht enthält, als in den käuflichen Apparaten, und dessen Platinunterbrecher sehr schnelle Vibrationen ausführt. Durch Geisslersche Röhren schickt dieses Induktorium meist nur Stromstösse in einer Richtung hindurch, ergiebt aber erhebliche Stromstärken im sekundären Kreise, sodass die Geisslerröhren bei diesem Induktorium meist heller leuchten, als bei anderen, welche zwar grosse Schlagweiten ergeben, aber geringere Elektrizitätsmengen entladen.

Zunächst fluoresciert die Abteilung der Röhre, deren Quecksilber Kathode ist. Wenn man aber dieses Quecksilber erwärmt, so geht mit steigendem Drucke des Quecksilberdampfes die Fluorescenz zurück und die Kapillare wird heller. Ihre Helligkeit würde indessen noch nicht genügen, um mit einem grossen Rowlandschen Gitter das Spektrum einigermassen hell zu erzeugen. Sobald aber die Kapillare in ein starkes Magnetfeld gebracht wird, ändert sich die Art der Entladung und ihre Helligkeit sehr stark. Ist zunächst der Druck des Quecksilberdampfes noch gering, so erlischt das Licht der Röhre unter Umständen ganz. Bei genügendem Drucke aber bewirkt das Magnetfeld eine bedeutende Verstärkung des Stromes und der Lichtintensität der Entladung und eine Ände-

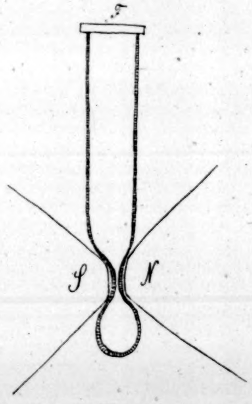


Fig. 2.

rung der Form der leuchtenden Glasstrecke. Ist die Richtung des Magnetfeldes derartig, dass der das Gas durchsetzende Strom eine nach unten gerichtete Kraft erfährt, so schmiegt sich die Lichterscheinung überall der unteren Glasfläche an, dabei in der Kapillaren eine feine Lichtlinie bildend, welche auf dem kürzesten Wege zu beiden Elektroden umbiegt. Auf der Seite der Kathode setzt sich bei geringerem Dampfdrucke die Lichtlinie als solche zum Quecksilber fort, wobei ihr Eintrittspunkt ins Quecksilber meist am Rande hin- und herwandert und hell leuchtet. Bei grösserem Dampfdrucke verschwindet die Lichtlinie über dem kathodischen Quecksilber, und es füllt sich dieser Raum statt dessen ganz mit Licht, welches an der Quecksilber-Oberfläche besonders stark weissglänzend ist. Auf der Seite der Anode setzt sich die Lichtlinie der Kapillaren stets bis zum Quecksilber fort, immer denselben

kürzesten Weg an der Glasoberfläche entlang einschlagend. Dieser Zustand der Röhre erhält sich ohne weiteres Erwärmen oder sonstige Bedienung, wenn die Menge des Quecksilbers im Kathodenröhrchen nicht zu gross ist. Anderenfalls nimmt der Gasdruck allmählich ab, bis die beschriebene Form der Entladung plötzlich verschwindet und die Röhre schlecht oder gar nicht mehr leuchtet. Bei dem Gasdrucke, welcher diesem Aussetzen der intensiven Entladung entspricht, würde es noch nicht möglich sein, diese Entladungsform erstmalig einzuleiten.

Das Licht der Kapillaren zeigt selbst bei nicht ganz reiner Röhre im wesentlichen das von den Herren H. Kayser und C. Runge[1]) studierte Spektrum des Quecksilbers, dessen stärkste Linien bekanntlich zu Serien gehören. An den Elektroden befinden sich ausser diesem Spektrum andere, und zwar an der Kathode Linien des Quecksilbers, welche nicht zu dem Spektrum in den Kapillaren gehören. In dem Lichtstreif der Anode sind die Linien des übrigen Gasinhaltes der Röhre zu sehen, z. B. die des Serienspektrum des Wasserstoffes, die des sogenannten zweiten Wasserstoffspektrums und meist auch Natriumlinien, da die Glaswand hier bald heiss wird. Die Farbe des Lichtstreifs ist demgemäss in der Kapillaren blauweiss, an der Anode rötlich oder gelblich.

Bringt man die Röhre in ein magnetisches Feld entgegengesetzter Richtung, so ist die Lichterscheinung meist viel schwächer und erlosch bei einigen Röhren anderer Form ganz. Die Lichtlinie befindet sich dann im oberen Theile der Kapillaren und biegt in den Schenkeln senkrecht nach oben. Mit einem anderen Induktorium ging der Schliessungs- und Öffnungsstrom durch die Röhre, und es entstanden zwei Lichtlinien im Magnetfelde, die in den Schenkeln nach entgegengesetzten Richtungen umgebogen waren.

Ist schon die Lichtlinie ein merkwürdiger Anblick, so überrascht noch viel mehr die ausserordentliche Steigerung der Helligkeit beim Einschalten des Feldes. Die Helligkeit dieser Geisslerschen Röhre scheint mir grösser als diejenige, welche man bei Heliumröhren erzielen kann, die bei geeigneter Anordnung wohl die hellsten unter den Geisslerschen Röhren sind. Da die Entladung nur Quecksilber und Glas berührt, so bleibt das Quecksilber ganz rein. Beschlägt sich das Fenster mit Quecksilbertröpfchen, so spült man es mit dem übrigen Quecksilber wieder ab. Trotz grosser Vorsicht beim Erwärmen ist die Lebensdauer meiner bisherigen Lampen sehr gering. Meist springen sie an der Seite der Anode, wo sich der beschriebene Lichtstreif am Glase hinzieht, nach 5- bis 10-stündigem Gebrauche.

1) H. Kayser und C. Runge, Abhandlungen d. Berl. Akad. d. Wissensch. 1891 (Sitzung vom 19. 2. 1891).

(Eingegangen 24. Juli 1900.)

## Studium des Zeeman-Effektes im Quecksilberspektrum.

Von C. Runge und F. Paschen.

Mit der in der vorstehenden Note beschriebenen Quecksilberröhre kann man sehr schön die Linienkonfigurationen sehen, welche Michelson beschrieben hat. Die grüne Linie 5461 Å.-E., welche am deutlichsten sichtbar ist, zeigt in zweiter Ordnung bei einem Felde von etwa 20000 C.-G.-S.-Einheiten den Bau ungefähr so, wie ihn Michelson mit dem Interferometer gefunden hat.[1]) Drei Komponenten liegen in der Mitte, deren elektrische Schwingungen den Kraftlinien parallel sind. Dann folgen auf beiden Seiten je vier Komponenten, deren Intensitäten von der Mitte fort abfallen, und deren elektrische Schwingungen senkrecht zur Richtung der Kraftlinien sind. Im ganzen sind es also 11 Linien. Die blaue Linie 4359 Å.-E. lässt sich in dritter Ordnung mit einer Exposition von wenigen Minuten photographieren, wir finden ihren Typus nicht ganz so kompliziert, wie Michelson ihn angiebt. In Richtung der Kraftlinien schwingend sind die beiden mittelsten Komponenten. Zu beiden Seiten liegen je drei senkrecht zu den Kraftlinien schwingende Komponenten von denen die äusserste ganz schwach ist, die beiden andern dagegen kräftig, die innere etwas schwächer als die mittlere ist.

Diese beiden Linien 5461 und 4359 bilden zwei Komponenten eines Triplets, dessen dritte Linie bei 4047 liegt, das erste Glied der einen der beiden von Kayser und Runge[2]) und von Rydberg[3]) im Quecksilberspektrum entdeckten Tripletserien. Uns interessierte nun vor allen Dingen, ob die Zusammengehörigkeit der Triplets einer Serie auch im Zeeman-Effekt zur Erscheinung kommen würde, ähnlich wie dies schon von Preston[4]) in den Spektren von Magnesium, Calcium und Zink beobachtet worden ist. Das fanden wir nun in der That bestätigt. Das nächste Triplet der Serie wird von den Linien 3341.7, 2893.7, 2752.9 gebildet,

1) Astrophys. Journ., **VII**, 136, 1898.
2) Kayser und Runge, Abhdl. d. Berl. Akad. 1891.
3) Rydberg, kongl. svenska vetenskaps-akad. handl., **23**, 11.
4) Preston, Phil. Mag. **47**, 165—179, 1899.

deren Schwingungszahlen dieselben Differenzen haben, wie die der drei erst genannten Linien. Im magnetischen Felde zeigen sie in derselben Reihenfolge dieselben drei Typen wie die drei Linien 5461, 4359, 4047, nur dass bei den ersten beiden die schwächsten Komponenten nicht mehr sichtbar sind. Die Linie 2752.9 zeigt ebenso wie 4047 nur drei Komponenten, von denen die mittlere in Richtung der Kraftlinien, die äusseren beiden senkrecht zu den Kraftlinien schwingen. Bei 3341.7 beobachteten wir wie bei 5461 die mittleren drei Komponenten, die elektrisch in der Richtung der Kraftlinien schwingen und auf beiden Seiten je zwei Komponenten, die senkrecht zu den Kraftlinien schwingen. Bei 2893.7 konnten wir die mittleren beiden in Richtung der Kraftlinien schwingenden Komponenten beobachten und auf beiden Seiten je zwei der senkrecht zu den Kraftlinien schwingenden Komponenten. Das Bild ist genau dasselbe, wie wenn 4359 so kurz exponiert wird, dass die äussersten beiden Komponenten wegen ihrer geringen Intensität die Schwelle der photographischen Wirksamkeit nicht erreichen.

Die Übereinstimmung des Typus zeigt sich noch genauer, wenn man die Abstände der Komponenten misst und die Schwingungsdifferenzen berechnet. Es ergiebt sich nämlich, wie auch Preston bei den genannten Spektren beobachtet hat, dass die Schwingungsdifferenzen für denselben Typus dieselben sind. So zeigen die Komponenten von 3341.7 dieselben Schwingungsdifferenzen wie die von 5461, die Komponenten von 2893.7 dieselben wie die von 4359, und die Komponenten von 2752.9 dieselben wie die von 4047. Dadurch kann die Gleichheit des Typus auch noch da bestätigt werden, wo nur noch die stärksten Komponenten erschienen sind. Nach kleinerer Wellenlänge nehmen diesem Gesetze gemäss die Differenzen in der Wellenlänge der Komponenten dem Quadrate der Wellenlänge proportional ab. Das erschwert es sehr, die Erscheinung nach der Seite der kleineren Wellenlängen hin zu verfolgen, umsomehr da zugleich die Intensität der Linien abnimmt. So haben wir von dem dritten Triplet der Serie 2925.5, 2576.3, 2464.1 nur noch die erste Linie 2925.5 beobachten können. Der Typus ist aber nicht mehr deutlich zu erkennen. Weder die mittleren drei Komponenten sind voneinander getrennt, noch die seitlichen. Aber die Schwingungsdifferenz der seitlichen Komponenten stimmt überein mit der Schwingungsdifferenz der stärksten seitlichen Komponenten von 5461 und 3341. Insofern wird auch hier der Typus bestätigt, da die anderen beiden Typen grössere Schwingungsdifferenzen haben. Auch bei der andern von Kayser und Runge und von Rydberg entdeckten Tripletserie zeigten sich ähnliche Gesetze. Die Typen sind indessen nicht dieselben und die Schwingungsdifferenzen sind erheblich geringer als bei der zuerst besprochenen Serie. Die beiden gelben Linien 5790 und 5769 lösen sich im magnetischen Felde in je drei Komponenten auf. Die Schwingungsdifferenzen sind nur etwa halb so gross wie die der Komponenten von 4047. Den beiden gelben Linien entsprechen genau die beiden violetten 4347.6, 4339.5. Auch sie spalten sich im magnetischen Felde in je drei Komponenten mit denselben Schwingungsdifferenzen wie die der gelben Komponenten. Dass diese beiden Paare von Linien zu Serien gehören, ist bisher noch nicht nachgewiesen.

(Eingegangen 24. Juli 1900.)

## Über elektrolytische Leitung in Gasen beim kritischen Punkte.

Von Aug. Hagenbach.

(Vorläufige Mitteilung.)

Da gegenwärtig sehr viel auf dem Gebiet der Elektrizitätsleitung in Gasen gearbeitet wird, schien es mir nicht uninteressant zu untersuchen, ob Gasgemische nicht auch elektrolytische Leitung besitzen können und dazu war meines Erachtens der Übergang eines Elektrolyten vom flüssigen in den gasförmigen Zustand beim kritischen Punkte das richtige Stadium zur Untersuchung. In diesen Zeilen möchte ich nur kurz mitteilen über die vorläufigen Ergebnisse; über die Einzelheiten der Untersuchung, die übrigens noch nicht abgeschlossen ist, wird später an anderer Stelle berichtet werden.

Es kam mir also darauf an festzustellen, wie sich die Leitfähigkeit einer Lösung ändert, wenn man dieselbe in geschlossenem Gefässe über die kritische Temperatur hinaus erhitzt.

Für die Wahl des Lösungsmittels waren verschiedene Gesichtspunkte massgebend. Erstens durfte die kritische Temperatur nicht zu hoch sein, weil, wie sich während der Versuche herausstellte, die Leitfähigkeit des Glases bei den höheren Temperaturen grösser wurde wie die der Lösung, und somit ein Messen unmöglich wurde. Zweitens durfte der kritische Druck gewisse Grenzen nicht übersteigen, da die Festigkeit der Glasgefässe für diese Zwecke eine nur zu niedrige Grenze besitzt.

Zuerst liess ich mich hauptsächlich vom

zweiten Gesichtspunkte leiten und griff zu Lösungen in Äther. Dieselben zeigen besonders bei Zusatz von etwas Wasser geringe Leitfähigkeiten. Als Salze setzte ich Cadmiumchlorid, Calciumchlorid oder Essigsäure zu.

In allen Fällen nahm der Widerstand der Lösung mit dem Erhitzen zu, aber bei circa 180° C. begann die Leitung des Glases erheblich zuzunehmen, so dass beim kritischen Punkte nicht mehr zu unterscheiden war, wie viel noch auf Leitung der Lösung zu schieben war, trotzdem die Platindrähte möglichst weit von einander eingeschmolzen waren. Wässerige Lösungen bis zum kritischen Punkte zu verfolgen, schien mir aus beiden genannten Gesichtspunkten schwierig.

Ich ging darauf zu dem von H. Walden[1]) neu entdeckten ionisierenden Lösungsmittel der schwefligen Säure über. Schweflige Säure hat die Fähigkeit Salze zu lösen und zwar so, dass dieselben ein erhebliches Leitvermögen aufweisen, das in gewissen Fällen sogar grösser ist wie in wässeriger Lösung. Die Wahl des Salzes war für meine Zwecke vorläufig gleichgültig; ich benutzte Jodnatrium und Bromnatrium. Die Löslichkeit dieser und auch anderer Salze nimmt mit steigender Temperatur erheblich zu. Die Lösungen von Jodnatrium nehmen bei höheren Temperaturen eine tiefrote Färbung an, die nach der Abkühlung nicht mehr verschwindet.

Die Widerstandsmessungen geschahen bei den niedrigen Temperaturen, d. h. so lange es möglich war, mit Wechselstrommethode von Kohlrausch; waren die Widerstände gross, so wurde mit einem Galvanometer aus der Änderung der Ausschläge durch eine bekannte E. M. K.

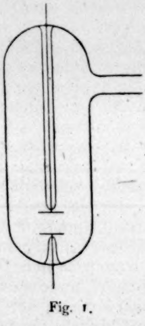

Fig. 1.

die Widerstandsänderung festgestellt. Die Messgefässe waren aus dickwandigen Glasröhren geblasen. An den Enden wurden zwei Platinelektroden eingeschmolzen, wie vorstehende Figur 1 zeigt. Das Gefäss wurde mit der gewünschten Menge Salz beschickt, darauf schweflige Säure eingeleitet und das Gefäss in feste Kohlensäure gestellt, wodurch $SO_2$ als wasserklare Flüssigkeit kondensiert wurde. Die schweflige Säure wurde durch Erhitzen von Quecksilber und Schwefelsäure dargestellt. War die nötige Menge verflüssigt, so wurde das Gefäss zugeschmolzen und es war zum Gebrauche fertig. Die Konzentrationen wurden durch Wägungen bestimmt.

1) Walden, Chem. Ber. **32**, 2862—71, 1899.

Beim Erwärmen zeigte sich folgender Verlauf des Widerstandes: Der Widerstand der Lösung nahm mit steigender Temperatur zu, aber nicht gleichmässig, sondern nach dem kritischen Punkt hin beschleunigt. Bei der kritischen Temperatur war aber die Leitfähigkeit nicht Null, sondern hatte in allen Fällen einen noch messbaren Wert. Wurde weiter erhitzt, so nahm der Widerstand weiter zu, aber viel langsamer. So war der Verlauf, wenn die Elektroden anfangs in die Flüssigkeit eintauchten.

Wurde das Gefäss umgedreht, so dass die Elektroden sich nur im Dampf befanden, so war bis wenige Grade unterhalb der kritischen Temperatur der Widerstand unendlich gross, dann aber nahm er ab bis zum kritischen Punkte, um von da an wieder zu steigen. Wenn also die Elektroden im Dampf gehalten werden, so ist die Leitfähigkeit am grössten beim kritischen Punkte. **Damit ist die elektrolytische Leitung in Dämpfen, wie in Gasen nachgewiesen.**

Die Tabelle giebt ein Beispiel über die Änderung des Widerstandes einer 1,3 Proc. *Na Br*-Lösung in der Nähe der krit. Temperatur.

Die Widerstände stellen direkt die gefundenen Widerstände dar. *T* sind die Temperaturen in Celsius.

| Elektroden in der Flüssigkeit | | Elektroden im Dampf |
|---|---|---|
| *T* | *W* | *W* |
| 138 | $2{,}4 \cdot 10^4$ | |
| 141 | $2{,}6 \cdot 10^4$ | |
| 143 | $2{,}7 \cdot 10^4$ | |
| 145 | $3{,}0 \cdot 10^4$ | |
| 147 | $3{,}3 \cdot 10^4$ | |
| 149 | $4{,}4 \cdot 10^4$ | |
| 150 | $4{,}9 \cdot 10^4$ | |
| 151 | $1{,}5 \cdot 10^5$ | |
| 152 | $3{,}0 \cdot 10^5$ | |
| 153 | $6{,}1 \cdot 10^5$ | |
| 154 | $7{,}3 \cdot 10^5$ | $4{,}6 \cdot 10^9$ |
| 155 | $9{,}0 \cdot 10^5$ | $2{,}3 \cdot 10^9$ |
| 156 | | $1{,}1 \cdot 10^9$ |
| 156,5 Krit. Temp. | $1{,}6 \cdot 10^7$ | $1{,}6 \cdot 10^7$ |
| 157 | | $1{,}7 \cdot 10^7$ |
| 158 | | $1{,}8 \cdot 10^7$ |
| 159 | | $1{,}9 \cdot 10^7$ |
| 159,5 | | $2{,}0 \cdot 10^7$ |

Um diese Zahlen zu veranschaulichen, sind in Fig. 2 die Logarithmen der Widerstände aufgezeichnet als Funktion der Temperatur.

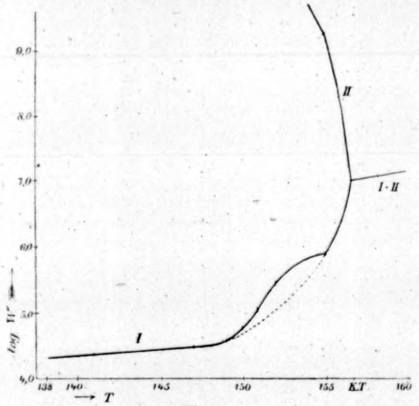


Fig. 2.

Kurve I gehört der ersten Kolumne, Kurve II der zweiten an. Im kritischen Punkt 156,5⁰ stossen die Kurven zusammen und verlaufen dann gemeinsam.

Die Leitfähigkeit dieser Elektrolyte nimmt in den von mir untersuchten Fällen ab mit steigender Temperatur, und nicht zu, wie das bei den wässerigen Lösungen allgemein bekannt ist. Es schiene mir deshalb nicht uninteressant zu sein, die Temperaturkoeffizienten von wässerigen Salzlösungen über 100⁰ C. hieraus in geschlossenen Gefässen zu verfolgen. Ich habe keine Daten darüber in der Litteratur finden können.

Um zu zeigen, dass die Ausdehnung der Flüssigkeit nicht genügt, um die Abnahme des Widerstandes zu erklären, habe ich in Fig. 3 die Kurve aufgezeichnet, wie sich nach den Zahlen von Cailletet und Mathias[1]) das Volumen ändert mit der Temperatur für dasselbe Gebiet.

Aus der Ähnlichkeit der Kurven geht hervor, dass mit der grossen Ausdehnung auch eine grosse Widerstandszunahme Hand in Hand geht, aber man bedenke, dass in Figur 2 die Logarithmen der Widerstände und in Figur 3 die reziproken Dichten selbst aufgetragen sind. Der Logarithmus des Widerstandes nimmt also ungefähr zu wie das Volumen der Flüssigkeit.

1) vergl. Landolt und Börnstein Tab. II, 1894.

Auch oberhalb der kritischen Temperatur, wo eine Volumänderung ausgeschlossen ist, nimmt die Leitfähigkeit mit steigender Temperatur ab.

Dies eine Beispiel genüge, um ein Bild von dem Verlaufe zu erhalten. Die von mir bis jetzt untersuchten Fälle zeigten alle ähnliche Verhältnisse.

Um noch einen Beweis der elektrolytischen Leitung zu erbringen, suchte ich die Polarisation nachzuweisen.

Es wurden ein oder mehrere Akkumulatoren mit den beiden Elektroden kurze Zeit verbun-

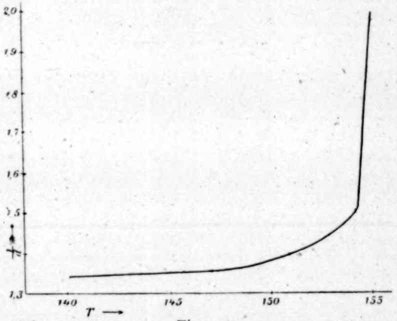


Fig. 3.

den, während die Lösung im kritischen Punkte war; durch Umlegen einer Wippe konnten die Elektroden mit dem Galvanometer verbunden werden. Man erkannte ohne Schwierigkeit eine kleine Polarisation, die in kurzer Zeit auf Null abfiel.

Zum Schluss sei noch bemerkt, dass entsprechend den Angaben von Hannay und Hogarth[1]) die kritische Temperatur durch Zusatz eines Salzes immer erhöht wurde. Bei meinen Versuchen schwankte sie zwischen 156⁰ und 170⁰. Ueber die Schwierigkeiten der genauen Temperaturbestimmungen, sowie über die merkwürdigen Erscheinungen, dass oberhalb der kritischen Temperatur die Konzentration sich nicht sofort im ganzen Gefäss ausgleicht, werde ich in einer ausführlichen Mitteilung Bericht machen. Diese elektrische Methode scheint mir auch für das Studium des kritischen Punktes kein unbedeutendes Mittel zu sein.

1) Proc. Lond. Soc. **30**, 187 u. 448, 1880.

Bonn, Physikalisches Institut, d. 25. Juli 1900.

(Eingegangen 26. Juli 1900.)

# VORTRÄGE UND REDEN.

## Über den Schnelltelegraphen von Pollak und Virág.[1])

Von C. Deguisne.

Die gewaltige Anzahl von Depeschen, welche in den Telegraphenämtern der grösseren Städte täglich bewältigt werden müssen, und das stete Anwachsen des telegraphischen Verkehrs hat seit Jahren schon die Telegraphentechniker vor die Wahl gestellt, entweder die Zahl der Telegraphenleitungen ständig zu vergrössern oder aber eine bessere Ausnützung der vorhandenen Leitungen anzustreben. Die letztere Aufgabe kann dadurch erfüllt werden, dass auf einer und derselben Leitung mehrere Depeschen — 2, 4 bis 12 — zu gleicher Zeit befördert werden; dies geschieht bei der sog. Vielfach- oder Multiplex-Telegraphie. Dasselbe Ziel lässt sich aber auch in der Weise erreichen, dass man sich mit einer oder höchstens zwei gleichzeitigen Depeschen begnügt, dagegen Apparate verwendet, bei denen die Abwicklung der Depesche erheblich weniger Zeit in Anspruch nimmt, als dies bei den bisher benutzten Apparaten — Morse, Hughes — der Fall ist. Apparate der letzteren Art bezeichnet man treffend als „Schnelltelegraphen". Der einzige Apparat dieser Klasse, der sich bisher in der Praxis bewährt und fast allgemein Eingang gefunden hat, ist der Wheatstonesche Schnelltelegraph, bei welchem die Zeichengebung automatisch mittels vorgelochten Papierstreifens erfolgt.

Vor kurzem wurde durch die beiden Erfinder Pollak und Virág verschiedenen Telegraphenverwaltungen ein Schnelltelegraph vorgeführt, welcher in dem Laboratorium der Vereinigten Elektrizitäts-Aktien-Gesellschaft in Budapest gebaut wurde und so viel verspricht, dass nunmehr die Telegraphenverwaltungen fast sämtlicher Staaten Europas Beamte mit der speziellen Untersuchung dieses Apparates beauftragt haben.

Die Schwierigkeiten, welche sich der Schnelltelegraphie entgegenstellen, sind zweierlei Natur. Zunächst ist es die Kapazität der Fernleitung, dann aber vor allem der Mangel an Empfindlichkeit des Empfängerapparates und die Trägheit seiner zu bewegenden Teile, welche das Entstehen von scharf begrenzten, rasch aufeinander folgenden telegraphischen Zeichen erschweren.

Die mehrere 100 Kilometer lange Telegraphenleitung bildet mit der Erd- oder der metallischen Rückleitung einen Kondensator von gewaltigen Oberflächen, welche besonders bei Verwendung von unterirdischen Kabelleitungen durch eine verhältnismässig dünne Isolationsschicht von einander getrennt sind. Wird in diese Leitung ein Stromstoss geschickt, so dient der erste Betrag der einströmenden Elektrizitätsmenge zum Laden der Kapazität, und es vergeht eine merkbare Zeit, bis an der Empfangsstation die Stromstärke denjenigen Betrag erreicht hat, welcher zur Hervorbringung des Zeichens erforderlich ist. Doch dies ist noch nicht der grösste Übelstand; denn diese Zeit lässt sich durch Erhöhung der Batteriespannung in genügendem Masse abkürzen. Wird dagegen auf der Senderstation der Strom unterbrochen, so hört er auf der Empfangsstation nicht etwa gleichzeitig auf, sondern die Leitung sendet nunmehr ihre Ladung in gleicher Richtung wie der Arbeitsstrom durch den Empfangsapparat, sodass dort der Strom nur allmählich seinen Nullwert erreicht. Diesem unpräzisen Abreissen der Zeichen, welches einen neuen Zeitverlust bedeutet und durch Änderung der Batteriespannung nicht beseitigt werden kann, begegnen die beiden Erfinder mittels einer Selbstinduktionsspule, welche sie auf der Senderstation der Leitung parallel schalten. Im Moment der

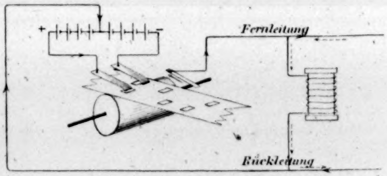


Fig. 1.

Stromunterbrechung sendet diese Spule in die Leitung einen Induktionsstoss, welcher dem Entladestrom der Kapazität entgegenfliesst, und dessen Stärke durch geeignete Dimensionierung der Spule so gewählt werden kann, dass er den letzteren gerade aufhebt. Diese Anordnung erlaubt das Entsenden von bis 100 000 Worten, also 2 bis 3 Millionen Zeichen in der Stunde.

Das Geben der Zeichen erfolgt, ähnlich wie bei dem Wheatstoneschen Schnelltelegraphen, automatisch mittels vorgelochten Papierstreifens. Derselbe läuft unter zwei auf einer Trommel aufliegenden, metallischen Federn hindurch. Die Federn sind von einander isoliert und mit den beiden Enden der Betriebsbatterie verbunden,

1) Vortrag, gehalten am 23. Juni 1900 im Physikalischen Verein zu Frankfurt a. M.

während die ebenfalls aus Metall hergestellte Trommel an die Leitung und die Mitte der Batterie an die Rückleitung angeschlossen ist. Die Federn sind im Ruhezustand durch den Streifen von der Trommel isoliert und geben bloss bei Durchgang eines Loches mit derselben Kontakt, sodass je nach der Anordnung der Löcher Stromstösse in verschiedener Richtung, in beliebiger Geschwindigkeit und von beliebiger Dauer entsendet werden können. Zur Verständigung dient das Morse-Alphabet, indem ein Stromstoss in der einen Richtung einen Punkt, in der anderen einen Strich bedeutet.

Es handelte sich nun darum, dem Empfangsapparat die genügende Empfindlichkeit zu geben und zugleich die zu bewegenden Massen klein zu bemessen. Die Erfinder haben diese Aufgabe in der glücklichsten Weise gelöst, indem sie als Empfangsapparat das seit langem als empfindlichstes Reagens für kurze Stromstösse bekannte Telephon verwenden. Die Schwingungen der Membran werden dabei nicht akustisch aufgenommen, sondern auf einen Zeiger übertragen; als solcher dient natürlich nicht ein materieller, sondern ein durch einen Spiegel reflektierter Lichtzeiger, welcher auf einer rotierenden, lichtempfindlichen Papiertrommel durch Abweichung nach der einen oder anderen Seite der Nulllinie die positiven oder negativen Stromstösse wiedergiebt. Da diese Trommel während jeder Umdrehung sich in ihrer Längsachse um eine bestimmte Strecke verschiebt, erscheint das Telegramm nach Aufschneiden des Papiercylinders in übereinander liegenden Zeilen wie bei einem Buche, was von den Erfindern mit Rücksicht auf die Übersichtlichkeit, die bei den langen Papierstreifen der heutigen Telegraphenapparate viel zu wünschen lässt, als wesentlicher Vorzug ihres Apparates hervorgehoben wird.

Besonderes Interesse verdient die geniale Art, in welcher unter Vermeidung jeglicher Achsenreibung die Bewegungen der Membrane auf den Spiegel übertragen werden. Über der Telephonöffnung auf dem 5 bis 6 cm im Durchmesser fassenden Gehäuse ist in einer zur Membrane parallelen Ebene ein C-förmig gebogener, permanenter Magnet $M$ (s. Fig. 2) angebracht. Auf dem einen Pol desselben sitzt eine ca. 10 mm lange zweizinkige Plattfeder $F_1$ aus Eisen, welche von einer den Schlitz durchsetzenden Schraube festgehalten wird und unter ihr in der Längsrichtung verschoben werden kann. Die den Pol überragenden beiden Zinken sind an ihren Enden auf eine Länge von ca. 1 mm senkrecht nach oben zu zwei scharfen Schneiden umgebogen. Der andere Pol trägt eine einfache, 20 bis 30 mm lange, eiserne Feder $F_2$, deren freies Ende den beiden Schneiden auf ca. 1 mm nahe kommt, und auf die gleiche Länge zu einer Schneide aufgebogen ist. Auf diesen drei Schneiden ruht, durch die magnetische Kraft festgehalten, ein Eisenplättchen, welchem der leichte Glasspiegel aufgekittet ist. Während die zwei Schneiden der

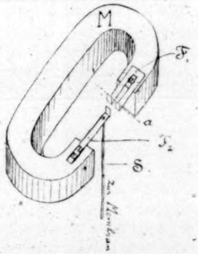


Fig. 2.

doppelzinkigen Feder, die infolge ihrer geringen freien Länge ziemlich starr ist, dem Eisenplättchen eine feste Drehachse $a$ darbieten, nimmt das Ende der längeren Feder, das sich gerade über der Mitte der Membran befindet, vermöge des starren Verbindungsstiftes $S$ an den Bewegungen der letzteren teil und dreht, je nachdem ein positiver oder negativer Stromstoss ankommt, den Spiegel nach der einen oder anderen Seite.

Dieser Apparat ist indessen ohne weiteres noch nicht in der Lage, die Zeichen rein wiederzugeben, da die Eigenschwingungen der Membran störend mitwirken. Wird ein elastisch gelagerter Körper durch eine konstant wirkende Kraft aus seiner Ruhelage abgelenkt, so wird derselbe, falls seine Bewegung nur unmerklich gedämpft ist, zunächst über seine neue Ruhelage hinausschwingen, wieder nahezu in die alte Stellung zurückkehren und dann, wenn die einwirkende Kraft fortdauert, des öfteren um die neue Gleichgewichtslage hin und her pendeln, ehe er zur Ruhe kommt. Hört aber in dem Moment, wo er nach der ersten Schwingung wieder in der Nähe seiner alten Nullstellung angelangt ist, die Kraft auf zu wirken, so wird er, abgesehen von unendlich kleinen Schwingungen, auf seiner alten Stelle in Ruhe verbleiben; d. h. nur dann, wenn die Dauer der Stromstösse der Schwingungsdauer der Membran gleich gemacht wird, fallen die Störungen durch die Eigenschwingungen derselben fort.

Wenn nun auch die Dauer der entsendeten Ströme auf der Geberstation durch die Geschwindigkeit des Papierstreifens und die Breite der Löcher beeinflusst werden kann, so dürfte sich die genaue Einregulierung in der Praxis doch so schwierig gestalten, dass daran wohl die Verwendbarkeit des Apparates gescheitert

sein würde, wenn es den Erfindern nicht gelungen wäre, durch einen neuen Kunstgriff auch diesen Übelstand zu beseitigen. Sie wählen die Dauer der Stösse etwas kleiner als die der

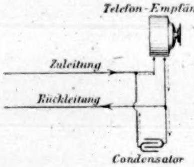


Fig. 3.

Membranschwingung und legen der Telephonwicklung einen derart bemessenen Kondensator parallel, dass dessen Entladungsstrom den fehlenden Betrag in der Stromdauer ergänzt. (s. Fig. 3.)

Es ist ihnen auf diese Weise thatsächlich gelungen, auf Linien von ca. 600 Kilometer Länge mit einer Geschwindigkeit bis zu 100000 Worten in der Stunde sehr klare, scharf begrenzte Telegraphenzeichen zu erhalten. Dabei kann eine Depesche von 500 Worten auf einem Blatt von 65 cm Länge und 9 cm Breite untergebracht werden, während beim Morseapparat hierzu ca. 70 m Papierstreifen nötig sind. Die Übertragung einer Tageszeitung von 16 Seiten oder rund 50000 Worten würde die Leitung nur $^1/_2$, höchstens 1 Stunde in Anspruch nehmen, während ein geübter Hughes-Telegraphist sie bei derselben Leistung auf 25 bis 30 Stunden belegen müsste.

Eine vor kurzem aus Budapest eingegangene Mittheilung besagt, dass es gelungen ist, das System derart auszubilden, dass der Empfangsapparat statt der Morsezeichen direkte lateinische Kurrentschrift liefert. (Eingegangen 16. Juli 1900.)

# REFERATE ÜBER DIE BERICHTE DES INTERNATIONALEN PHYSIKERKONGRESSES ZU PARIS.

**H. Pellat, Die Physikalisch Technischen Staatslaboratorien.** 6 Seiten.

Nachdem Verfasser auf die Wichtigkeit staatlicher Laboratorien für Präzisionsmessungen und deren hohe Bedeutung, namentlich für die Industrie, hingewiesen hat, giebt er zuerst eine Beschreibung derjenigen Anstalt die für alle Anderen mustergültig geworden ist, der „Physikalisch-Technischen Reichsanstalt" in Charlottenburg. Ihre Einrichtung dürfte ja für die deutschen Fachgenossen allgemein bekannt sein, so dass eine Inhaltsangabe der Beschreibung überflüssig erscheint. Ausser der Reichsanstalt besteht in Deutschland noch die „Normalaichungskommission", deren Thätigkeit ebenfalls als bekannt betrachtet werden darf.

England besitzt drei Institute ähnlicher Art: 1. das „Standards Department", 2. das „Electrical standardising Laboratory" (seit 1889) 3. ein halboffizielles Institut, das „Observatorium in Kew". Das Letztere wird augenblicklich zu einer grösseren Anstalt, nach dem Muster der deutschen Reichsanstalt erweitert. Alle drei unterstehen dem Handelsministerium (Board of drade.)

In Belgien ist bereits vor 8 Jahren beschlossen worden, ausser dem schon bestehenden „Bureau des étalons des poids et mesures", ein „Bureau de Métrologie" nach dem Muster der Reichsanstalt zu bauen; doch hat sich die Ausführnug noch immer verzögert.

Russland besitzt in seiner „Centralkammer für Masse und Gewichte" ein vorzügliches Institut, das die Thätigkeit der obengenannten Einzelinstitute in sich vereinigt. Daneben besteht noch für speziellere Zwecke das „Technische Comité der Generaldirektion der indirekten Abgaben"; endlich wäre noch das „Physikalische Centralobservatorium der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften" zu nennen.

In den anderen Europäischen Ländern existieren keine physikalisch-technischen Staatslaboratorien. Höchstens wäre in Österreich die „Normalaichungskommission" zu erwähnen.

In den Vereinigten Staaten von Nordamerika befinden sich in den einzelnen Städten in den Universitäten und Colleges vorzüglich eingerichtete Laboratorien in denen auch die Aichungen für Industriezwecke vorgenommen werden.

Verfasser schliesst mit dem Wunsche, dass auch Frankreich, das bisher noch keine ähnlichen Anstalten besitzt, sich bald zur Errichtung solcher entschliessen möge.

W. Kaufmann.

(Eingegangen 20. Juli 1900.)

**W. Spring, Eigenschaften der festen Körper unter Druck, Diffusion der festen Materie, innere Bewegungen der festen Materie.** 30 Seiten.

Der Bericht enthält eine sehr lesenswerte und elegant geschriebene Übersicht über die interessanten Versuche, welche die erhebliche Ähnlichkeit der festen und flüssigen Körper in mannigfacher Beziehung darthun, Versuche, die grösstenteils dem Verf. ihre Entstehung oder Anregung verdanken.

1. *Die Plastizität der festen Körper* wurde durch Versuche von Tresca (1864) gefunden: Unter dem Drucke einer hydraulischen Presse fliessen übereinandergelegte Metallblätter durch die Öffnung eines druckfesten Kompressionscylinders in Form von ineinanderliegenden Röhren, und somit treten die Gesetze der Hydrostatik und Hydrodynamik in Geltung, nur mit dem graduellen Unterschiede, dass die festen Körper eine sehr viel höhere innere Reibung als die Flüssigkeiten besitzen.

2. *Die Elastizität fester Körper unter Druck*, die bei vielen Deformationen begrenzt ist, zeigt sich jedoch nach den Versuchen von Spring (1883) gegen Kompression als eine vollkommene; es ergab sich, dass zwar bei Metallen nach der ersten Kompression die Dichte eine dauernde Änderung infolge der Beseitigung von kleinen Hohlräumen erfahren hatte, dass aber nach der zweiten Kompression bei Metallen und bei klarkrystallisierten Salzen von Anfang an das ursprüngliche Volum nach beendigter Kompression sich genau wieder herstellte.

3. *Allotrope Verwandlungen fester Körper* wurden von Spring (1880, 1883, 1894) durch starke Drucke (5 bis 10,000 Atm.) in solchen Fällen gefunden, wo die dem Druck unterworfene Modifikation ein grösseres spezifisches Volum besass, als das Kompressionsprodukt: so verwandeln sich alle Schwefelmodifikationen in die dichteste oktaedrische, amorpher Arsenik ($D = 4.71$) in die krystallinische Modifikation (5.71); die Kaliumhaloidsalze ergaben die vorher unbekannte Thatsache einer Existenz zweier allotropen Zustände, Kohlenstoff wurde durch Moissan zu Diamant komprimiert. Alle Umwandlungen instabiler Modifikationen in die stabile dichteste gelangen jedoch Spring nicht, möglicherweise weil die Umwandlungsgeschwindigkeit zu klein ist, um in den Beobachtungszeiträumen den Vorgang wahrzunehmen (Quecksilbersulfid in Zinnober, Glas, arsenige Säure). Niemals jedoch führt die Kompression nach bekannten thermodynamischen Grundsätzen eine Umwandlung herbei, welche aus einer dichteren Modifikation eine weniger dichte erzeugt. Auch ohne Druck, allein durch Temperaturerhöhung, stellen sich solche allotrope Umwandlungen ein, die beweisen, dass die Molekeln fester Stoffe nicht ohne Wechselbeziehungen zueinander sind. Alle diese Veränderungen bedürfen aber einer erheblichen Zeit.

4. *Das Kompaktwerden fester Körper durch Kompression* oder „das Erwachen der Kohäsionskräfte" ist ebenfalls durch schöne Versuche von Spring (1878, 1880) entdeckt worden, in denen feine Pulver der studierten Substanzen hohen Drucken ausgesetzt wurden. Es fand sich, dass alle dehnbaren Stoffe durch Druck von ca. 10000 Atm. so kompakt wurden, als wenn sie geschmolzen worden wären, während die spröden ihren Pulverzustand unverändert beibehielten. Bei den Metallen ist ersteres offenbar mit der Hämmerbarkeit im direkten Zusammenhang. Es ist auch erwiesen worden, dass die Kompressionswärme sehr klein und das Kompaktwerden ausser Zusammenhang mit der Schmelzbarkeit steht. Durch Versuche von Roberts-Austen und von Fawsitt sind die Resultate Springs völlig bestätigt worden.

5. *Die Diffusion fester Körper* in einander wurde ebenfalls von Spring (1882) an Metallen nachgewiesen, indem durch Kompression von Zinn und Kupfer Bronze, von Zink und Kupfer Messing erhalten wurde. Wismuth, Zinn, Blei und Cadmium bilden bei der Kompression die Lipowitzsche Legierung. Metalle, die sich, wie Zink und Blei, oder Zink und Wismuth, in geschmolzenen Zustand nicht mischen, also keine Legierungen geben, liefern auch bei der Kompression ihren Komponenten nur ein anhomogenes Konglomerat der Bestandteile. Durch eine Arbeit von Henry ist wahrscheinlich gemacht worden, dass die meisten Metalloxyde und Stoffe, wie Diamant, Korund, Quarz sehr polymere Molekeln bilden; da diese Stoffe auch durch Kompression nicht zusammenwachsen, spricht dies dafür, dass Vorbedingung hierfür eine leichte Diffusion ist, welche, wie bekannt, durch die Einfachheit des Molekularzustandes befördert wird, sodass die einatomigen Metallmolekeln besonders günstig gestellt sind. Dass die Diffusion als Grund des Kompaktwerdens anzusehen ist, haben weitere Versuche von Spring (1894, 1895) gezeigt, bei denen Metallcylinder mit je einer aufs präziseste plangeschliffenen frischen Fläche ohne Druck aufeinandergesetzt und — jedoch weit unter ihren Schmelzpunkt — erwärmt wurden. Es zeigte sich bereits nach 3 bis 12 Stunden vollkommen kompakte Verwachsung resp. Legierung, sodass bei gleichartigen Cylindern nach dem Abdrehen der Oberfläche nicht einmal die Verbindungsstelle mehr sichtbar war, Zink und Kupfer hatten eine 1/4 mm dicke Messingschicht, und Blei mit Zinn sogar eine 6 mm dicke Legierungsschicht gebildet; dagegen zeigten die nicht legierbaren Metalle nur einen losen Zusammen-

halt. Weitere interessante Fälle von Diffusion fester Körper sind von Colson (1881, 1882) an Eisen und Kohlenstoff, Chlorsilber und Chlornatrium, Silicium und Platin etc. und von Violle (1882) an Kohlenstoff und Porzellan beobachtet. Das Eintreten chemischer Reaktionen zwischen festen Stoffen (Spring, 1888) spricht ebenfalls für die Diffusionsfähigkeit derselben. Quantitative Diffusionsbestimmungen an Metallen wurden von Roberts-Austen (1896) ausgeführt.

6. *Die Elektrolyse fester Körper* wurde zuerst von Hittorf (1851) an $Ag_2S$ und $Cu_2S$ konstatiert, Gross (1877) fand für viele feste Salze den Temperaturkoefficient der Leitfähigkeit positiv, also den Elektrolyten entsprechend; die elektrolytische Wanderung der Natriumionen durch Glas wurde von Warburg (1884), die Wanderung von Silberionen im festen Jodsilber von Lehmann (1889) erwiesen.

7. *Chemische Reaktionen in festen Körpern* bei der Kompression treten nach Spring (1880, 1882) auf, wenn bei der Verbindung eine Volumkontraktion stattfindet, so bei $Ag_2S$ und $CuS$. Ausser der Bedingung einer Volumverminderung scheint jedoch noch eine gegenseitige Löslichkeit resp. Diffusionsfähigkeit notwendig zu sein, da sich $ZnS$ weder durch Kompression noch durch Zusammenschmelzen der Komponenten bildet. Dass Kompression andererseits eine unter Volumverminderung eintretende Zersetzung verursacht, haben van't Hoff und Spring (1887) an der Spaltung des Calciumkupferacetats in seine Salzkomponenten gezeigt. Clémandot (1882) zeigte, dass die in der Hitze unter Kontraktion sich bildende harte Kohlenstoff-Eisenverbindung (Stahl) beim allmählichen Abkühlen, wie bekannt, Kohlenstoff ausscheidet und weich wird; in der Hitze komprimiert und unter Druck allmählich abgekühlt jedoch hart bleibt, d. h. nicht zerfällt. Analog zeigte Spring (1888), dass befeuchtete Salzpulver durch Kompression nur kompakt werden, wenn ihre Löslichkeit durch Druck steigt. Die Kompression einer Mischung $BaCO_3 + Na_2SO_4$, sowie von $Na_2CO_3 + BaSO_4$, von denen ersteres ein spezifisches Volum von 0.293, letzteres von 0.277 hat, zeigt jedoch, dass nicht nur die volumvermindernde Reaktion sich abspielt, sondern ein Gleichgewichtszustand von beiden Seiten erreicht wird, der natürlich gegen den normalen Gleichgewichtszustand nach der Seite des dichteren Systems verschoben sein muss. Dieser Versuch, sowie die Gesetze der chemischen Thermodynamik verbieten, dass man dem Schluss des Verf. beistimmt, als scheine die chemische Affinität dem Volumeinflusse untergeordnet, vielmehr wird sich auch zwischen diesen Kräften ein Gleichgewicht herstellen.

Für die zusammenhängende Darstellung dieser interessanten Thatsachen, die für eine künftige tiefere Erkenntnis des Wesens des festen Aggregatzustandes von wesentlicher Bedeutung sein werden, muss man dem Verf. lebhaft Dank wissen.

R. Abegg.

(Eingegangen 13. Juli 1900.)

**Aug. Charpentier, Über die Netzhautphänomene.** 24 Seiten.

Der vorliegende Bericht betrifft den Zusammenhang der objektiven Veränderungen der Netzhaut mit den Gesichtsempfindungen, unterschieden nach Qualität und Intensität. Verfasser zählt zunächst die Netzhautveränderungen, soweit sie bekannt sind — morphotische, chemische, elektrische u. s. w. — auf. In weiteren Abschnitten giebt er eine kritische Übersicht unserer Kenntnisse von der eben merklichen Intensitätsdifferenz, der zur Erregung nötigen Zeitdauer der Lichtreize, sowie der räumlichen und zeitlichen Nachwirkung der Lichtreize; dies führt ihn zu dem Wechsel positiver und negativer Nachbilder (Plateau), sowie zu den von ihm selbst entdeckten Erscheinungen von hellen und dunklen Streifen auf dem weissen Sektor einer rotierenden, dunkeln, kreisförmigen Scheibe: Verfasser hat (1897) aus diesem und andern Versuchen auf das wellenförmige Ablaufen von Schwingungsvorgängen in der Netzhaut geschlossen und zwar 1. radial von der Fovea centralis (entsprechend dem Fixationspunkt) ausgehende, welche bei einer Frequenz von 36 in der Sekunde, 72 mm Fortpflanzungsgeschwindigkeit haben, also 2 mm Wellenlänge, und 2. solche, welche von jedem (auch exzentrisch) vom Licht getroffenen Netzhautpunkte ausgehen, mit 34 Frequenz und 1.7 mm Fortpflanzungsgeschwindigkeit, also $\lambda = 0{,}05$ mm.

In noch weiteren Abschnitten behandelt Charpentier die Theorien der Farbenempfindungen und insbesondere die zeitlichen Verhältnisse beim Farbigsehen: Farbige Induktion, farbige Nachbilder; das Minimum der Zeitdauer und Intensität eines Lichteindrucks, welches für das Farbigsehen notwendig ist, in der Netzhautmitte und -Peripherie u. a. m. Auf Grund all des Besprochenen tritt Verfasser für die wichtige Rolle antagonistischer Prozesse in der Netzhaut (Dissimilation und Assimilation nach Hering) ein, wendet sich gegen die Annahme, dass die Zapfen ausschliesslich der Farbenempfindung, die Stäbchen dem Helldunkelsehen dienen (v. Kries), und erklärt die bis jetzt bekannten chemischen Veränderungen der Netzhaut für lange nicht genügend zur Erklärung des Funktionierens; es müsste vor allem mechanisches mitwirken. Im ganzen genommen seien die zum Gegenstande des Berichtes gemachten Fragen noch sehr fern von einer erschöpfenden und endgültigen Beantwortung.

H. Boruttau.

(Eingegangen 24. Juli 1900.)

**J. Macé de Lépinay, Massbestimmungen mit den Interferenzmethoden.** 24 Seiten.

Die Schwierigkeit des Stoffes und die Enge des gegebenen Rahmens gestatteten es begreiflicherweise nicht, den Bericht so zu gestalten, dass er auch für jemand verständlich wäre, der mit der Sache nur wenig bekannt ist. Und es liegt auf der Hand, dass ein kurzes genaues Referat über den Bericht erst recht schwer verständlich wäre. Doch erscheint der Gegenstand wichtig genug, die Aufmerksamkeit auf ihn zu lenken.

Wer sich genau über ihn unterrichten will, geht am besten gleich auf die Originalarbeiten zurück. Von diesen citiert de Lépinay folgende:

M. Laurent, Journal de Phys. 411. 1883.

Pérot und Fabry, Ann. de Chim. et de Phys. (7) XII. 1897; XVI. 1899.

Macé de Lépinay, Ann. de Chim. et de Phys. (6) X. 1887; (7) XI. 1897.

Michelson und Benoît, Travaux et Mémoires du Bureau international des Poids et Mesures XI. 1894.

Hier sei lediglich auf die leitenden Gesichtspunkte hingewiesen und es sollen nur einige interessante Partien aus dem vorliegenden Berichte herausgegriffen werden.

Die Wellenlänge eines bestimmten Lichtstrahles in einem bestimmten Medium bei einer bestimmten Temperatur ist eine feste Grösse, die überall und zu jeder Zeit denselben Wert besitzt. Sie oder ein Vielfaches von ihr erscheint darum geeignet, als Einheit der Länge oder als Massstab zu dienen. Da eine solche Einheit sehr klein ist, ermöglicht sie sehr genaue Messungen, sobald nur die Zahl der Einheiten genau bestimmt werden kann.

Um auf einer Strecke, auf der sich Wellenlängen eines Lichtstrahls an einander reihen, gewisse Punkte zu markieren, benutzt man die Interferenz zweier oder mehrerer Lichtstrahlen.

Wer nun mit den neueren Anwendungen der Interferenzmethoden nicht bekannt ist, wird zunächst denken, dass es sich hier nur um die Bestimmung kleiner Dicken, z. B. dünner Plättchen, handeln könne. Gewiss, zu diesem Zweck wurden die Interferenzmethoden zunächst angewendet und werden auch in Zukunft dazu dienen. Aber geeignete Verfahren und Instrumente ermöglichen es, auch relativ lange Strecken, bis über 10 cm, optisch durch Interferenz zu bestimmen. Da aber zu diesem Zwecke eine sehr grosse Anzahl von Wellenlängen aneinander zu reihen ist und grosse Gangunterschiede der interferierenden Strahlen auftreten, so erhebt sich die Schwierigkeit, die Ordnung der Interferenz genau zu bestimmen. Eine Methode, diese Aufgabe zu lösen, besteht in folgendem: Zunächst wird die zu messende Strecke durch irgend ein Mittel angenähert bestimmt. Aus dem so erhaltenen Werte wird dann für drei Farben des Spektrums eine Reihe von Interferenzordnungen samt den zugehörigen Bruchteilen berechnet; durch die Übereinstimmung zwischen den berechneten und den direkt bestimmten Bruchteilen wird die direkte Interferenzordnung identifiziert. Unter Bruchteil hat man den Gangunterschied zu verstehen, um den sich die Interferenz ändern muss, damit an Stelle der wirklich beobachteten Interferenzpunkte das Centrum des nächsten hellen oder dunkeln Streifens Visierpunkt wird. Bruchteile sind leicht zu bestimmen.

Eine weitere Aufgabe besteht oder bestand vielmehr darin, die Wellenlängen genau in metrischen Einheiten auszudrücken; sie wurde gelöst von Michelson und Benoît.

Es ist unmöglich, in verständlicher Weise auf dem hier zugemessenen beschränkten Raume die einzelnen Verfahren und Apparate zu besprechen, deren sich die Interferenzmethoden bedienen. Nur über ein Verfahren sei kurz berichtet, da es wertvoll und noch wenig bekannt ist.

Man weiss, dass die Newtonschen Farbenringe im durchfallenden Lichte nicht so scharf sind, wie im reflektierten, infolge der verschiedenen Amplituden der interferierenden Strahlen. Diese Verschiedenheit kann man dadurch beseitigen, dass man, wie es Pérot und Fabry gethan haben, das Reflexionsvermögen der reflektierenden Fläche durch eine noch hinreichend durchsichtige Silberschicht genügend vergrössert. Dann erscheinen die Interferenzringe auch im durchfallendem Lichte scharf. Durch diesen Kunstgriff wird noch ein zweites Resultat von grosser Wichtigkeit erreicht. „Die hellen Streifen, anstatt breit und unscharf begrenzt zu sein wie die gewöhnlichen Interferenzstreifen, sind schmal und zeigen das Aussehen der von einem Gitter gelieferten Spaltbilder."

„Der Grund dieser Analogie ist darin zu suchen, dass der Mechanismus der Erscheinung in beiden Fällen der gleiche ist. Infolge der mehrfachen Reflexionen an den reflektierenden Flächen erhält man nämlich in Wirklichkeit eine Reihe ebener äquidistanter Wellen, welche alle nach der Brechung von dem Objektiv des Fernrohrs in demselben Punkt der Brennebene des letzteren vereinigt werden; und dank der Versilberung der reflektierenden Flächen nehmen die Intensitäten der aufeinanderfolgenden Wellen nach einer geometrischen Reihe ab, deren Exponent von Eins nicht merklich verschieden ist. Demgemäss kann die Zahl dieser Wellen, welche zur Erhellung eines jeden Punktes des Gesichtsfeldes wirksam beitragen, sehr beträchtlich werden."

„In gewissen Punkten des Gesichtsfeldes

(Helligkeitsmaximum) beträgt der Gangunterschied aufeinanderfolgender Wellen eine ganze Anzahl von Wellenlängen; alle Schwingungen, die sich übereinander lagern, haben darum die gleiche Phase."

„Wenn man sich von einem solchen Punkte nur ein wenig entfernt, beträgt der Gangunterschied nicht mehr eine ganze Anzahl von Wellenlängen; unter allen in Betracht kommenden Wellen befinden sich solche, deren Gangunterschied von der ersten um bedeutend mehr als eine ganze Anzahl abweicht, so dass die resultierende Intensität beträchtlich geschwächt wird."

„Die Intensität nimmt darum nach den beiden Seiten eines Maximums sehr rasch ab."

„Hingewiesen sei im Vorbeigehen auf die wichtigen Anwendungen dieser Vorrichtung auf die Spektroskopie. Man hat nämlich faktisch die gleichen Verhältnisse vor sich, wie wenn man sich eines Gitters bediente, das zwar eine schwache auflösende Kraft besitzt, aber die Beobachtung eines Spektrums von sehr hoher Ordnung gestattet. Die erhaltene Dispersion kann sehr gross werden und unmittelbar benachbarte Teile des Spektrums besser zu trennen erlauben, als das vorzüglichste Gitter."

J. Stark.

(Eingegangen 24. Juli 1900.)

# BERICHTE VON DER PARISER WELTAUSSTELLUNG.

## II. D'Arsonvals Exploseur rotatif.

Von Ernst Ruhmer, Berlin.

Im Elektrizitätspalast ist in Klasse 27 ein von Gaiffe & Co. in Paris gebauter Apparat zur Erzeugung starker Hochfrequenzströme für physikalische und medizinische Zwecke ausgestellt. Dem Prinzipe nach ist dieser Apparat nach dem bereits bekannten d'Arsonvalschen System konstruiert, wovon Fig. 1 ein schematisches Bild giebt.

Ein Labourscher Transformator mit geschlossenem magnetischen Kreis wird mit einem Wechselstrom von 110 Volt gespeist und erzeugt an den Klemmen der Sekundärspule eine Spannung von 15000 Volt. Mit dieser werden zwei Plattenkondensatoren geladen, welche bei den neuesten grösseren d'Arsonvalschen Apparaten durch mehrere aufeinander geschichtete 2 mm dicke Micanit- und dünne Weissblechplatten hergestellt sind. Die äusseren Belege dieser Kondensatoren sind mit den Enden einer aus 10 Windungen starken Kupferdrahtes bestehenden Hochfrequenzspule, die inneren Belege mit den Kugeln der Funkenstrecke verbunden.

Um den bei den Kondensatorentladungen auftretenden Flammenbogen auf dieser Funkenstrecke zu beseitigen, was zur exakten Unterbrechung des Hochfrequenzstromes und damit zur guten Wirkung des ganzen Apparates bekanntlich notwendig ist, bediente man sich bisher einer Magnet- oder Luftgebläse-Vorrichtung. D'Arsonval hat letztere durch seinen „Exploseur rotatif" (Rotierender Funkenlöscher) genannten Apparat ersetzt. Dieser kleine, sehr wirksame Apparat hat mit dem Gebläse das Ausblasen der Funken und die Kühlung der Zinkkugeln durch einen Luftstrom gemein, doch unterscheidet er sich vorteilhaft durch seine geringeren Anschaffungskosten, sehr mässigen Energieverbrauch, grössere Handlichkeit, Regu-

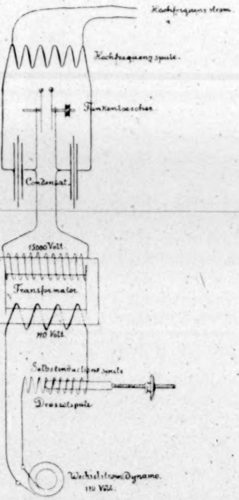


Fig. 1.

lierbarkeit und Betriebssicherheit von dem bisher gebräuchlichen Gebläse.

Der Exploseur rotatif besteht aus zwei kurzen Metallwellen $W^1$ und $W^2$, die durch eine Ebonit-

muffe *M* mit einander zu einer Welle verbunden sind. (Fig. 2.)

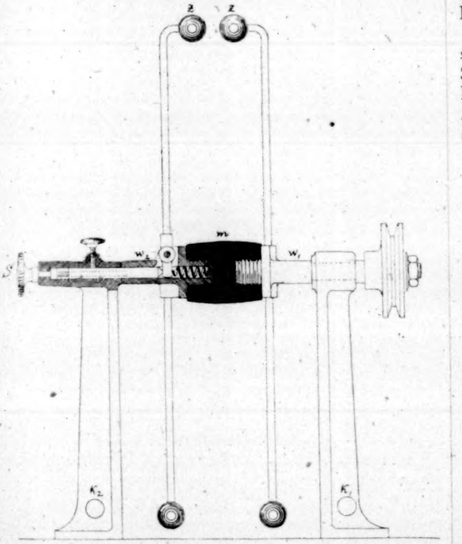


Fig. 2.

An jeder dieser Wellenhälften ist in einer Richtung normal zur Achse ein starker Draht befestigt, der in einer Zinkkugel endigt, derart, dass beide Kugeln sich in einer kleinen Entfernung in achsialer Richtung gegenüberstehen.

Diese Entfernung bildet die Funkenstrecke und ist innerhalb gewisser Grenzen durch eine Schraube *S* verstellbar.

Wird nun die Welle *W* direkt an die Ankerwelle eines kleinen Elektromotors angeschraubt oder auf andere Art in rasche Rotation versetzt, so beschreiben die Kugeln Parallelkreise von etwa 30 cm Durchmesser durch die Luft und die Wirkung der letzteren auf die Funken ist gleich derjenigen eines energischen Gebläses auf die ruhende Funkenstrecke. Ist der Exploseur rotatif in Thätigkeit, so werden die einzelnen Kondensatorentladungen getrennt und man sieht eine prächtig leuchtende Perlkette, welche bald still steht, bald sich rechts, bald links herum dreht, je nach der Winkelgeschwindigkeit des Apparates, ähnlich wie bei dem bekannten Geissler-Röhren-Rotationsapparat.

Zur Transformation des Hochfrequenzstromes in einen hochgespannten dient ein Hochspannungstransformator, dessen primäre Wicklung aus etwa 4—6, dessen sekundäre aus 200 bis 400 Windungen blanken Kupferdrahtes besteht.

Die zwischen den sekundären Klemmen überspringenden Funkenbüschel erreichen etwa $^1/_2$ m Länge.

Von der vortrefflichen Wirkung des Exploseur rotatif kann sich ein jeder an Ort und Stelle überzeugen; bei der Einfachheit und Leistungsfähigkeit des Apparates dürfte sich seine Anwendung zur Erzielung kräftiger Hochfrequenzströme sehr empfehlen.

Paris, Anfang Juli 1900.

(Eingegangen 18. Juli 1900.)

## Tagesereignisse.

### Promotionsordnung für die Erteilung der Würde eines Doktor-Ingenieurs durch die Technischen Hochschulen Preussens.

Nachdem durch den Allerhöchsten Erlass vom 11. Oktober 1899 den Technischen Hochschulen das Recht beigelegt worden ist, die Würde eines Doktor-Ingenieurs (abgekürzte Schreibweise, und zwar in deutscher Schrift: Dr.-Ing.) zu verleihen, wird in Ausführung dieses Erlasses hierdurch bestimmt, was folgt:

§ 1.

Die Promotion zum Doktor-Ingenieur ist an folgende von dem Bewerber zu erfüllende Bedingungen geknüpft:

1. Die Beibringung des Reifezeugnisses eines deutschen Gymnasiums oder Realgymnasiums oder einer deutschen Oberrealschule.

Welche Reifezeugnisse noch sonst als gleichwertig mit den vorbezeichneten Reifezeugnissen zuzulassen sind, bleibt der Entschliessung des vorgeordneten Ministeriums vorbehalten.

2. Den Ausweis über die Erlangung des Grades eines Diplom-Ingenieurs nach Massgabe der Bestimmungen, welche das vorgeordnete Ministerium hierüber erlassen wird.

3. Die Einreichung einer in deutscher Sprache abgefassten wissenschaftlichen Abhandlung (Dissertation), welche die Befähigung des Bewerbers zum selbständigen wissenschaftlichen Arbeiten auf technischem Gebiete darthut. Dieselbe muss einem Zweige der technischen Wissenschaften angehören, für welchen eine Diplomprüfung an der Technischen Hochschule besteht.

Die Diplomarbeit kann nicht als Doktordissertation verwendet werden.

4. Die Ablegung einer mündlichen Prüfung.

5. Die Entrichtung einer Prüfungsgebühr im Betrage von 240 Mark.

§ 2.

Das Gesuch um Verleihung der Würde eines Doktor-Ingenieurs ist schriftlich an Rektor und Senat zu richten. Dem Gesuche sind beizufügen:

a) ein Abriss des Lebens- und Bildungsganges des Bewerbers;

b) die Schriftstücke in Urschrift, durch welche der Nachweis der Erfüllung der in § 1 Ziffer 1 und 2 genannten Bedingungen zu erbringen ist;

c) die Dissertation mit einer eidesstattlichen Erklärung, dass der Bewerber sie, abgesehen von den von ihm zu bezeichnenden Hilfsmitteln, selbständig verfasst hat;

d) ein amtliches Führungszeugnis.

Gleichzeitig ist die Hälfte der Prüfungsgebühr als erster Teilbetrag an die Kasse der Hochschule einzuzahlen.

§ 3.

Rektor und Senat überweisen das Gesuch, falls sich keine Bedenken ergeben, an das Kollegium derjenigen Abteilung, in deren Lehrgebiet der in der Dissertation behandelte Gegenstand vorzugsweise einschlägt, mit dem Auftrage, aus seiner

Mitte eine Prüfungskommission mit einem Vorsitzenden, einem Referenten und einem Korreferenten zu bestellen.

In besonderen Fällen kann auch ein Dozent, welcher dem Abteilungskollegium nicht angehört, oder ein Professor oder Dozent einer anderen Abteilung in die Kommission berufen werden.

§ 4.

Nach Prüfung der Vorlagen durch die Kommission erstattet der Vorsitzende an das Abteilungskollegium einen schriftlichen Bericht, welcher nebst der Dissertation und den von dem Referenten und dem Korreferenten abgefassten Gutachten über dieselbe bei sämtlichen Mitgliedern des Abteilungskollegiums in Umlauf zu setzen ist. Hierauf entscheidet das Kollegium in einer Sitzung über die Annahme der Dissertation und bestimmt bei günstigem Ausfall die Zeit für die mündliche Prüfung.

Der Restbetrag der Prüfungsgebühr ist vor der mündlichen Prüfung zu entrichten.

§ 5.

Zu der mündlichen Prüfung sind einzuladen:

Das vorgeordnete Ministerium bezw. dessen ständiger Kommissär, Rektor und Senat sowie sämtliche Professoren und Dozenten der beteiligten Abteilung. Ausserdem hat jeder Lehrer einer deutschen Technischen Hochschule oder Universität zu derselben Zutritt.

Die mündliche Prüfung, welche mit jedem Bewerber einzeln vorzunehmen ist, wird von dem Vorsitzenden geleitet. Sie muss mindestens eine Stunde dauern und erstreckt sich, ausgehend von dem in der Dissertation behandelten Gegenstand, über das betreffende Fachgebiet.

§ 6.

Unmittelbar nach beendeter Prüfung entscheidet das Abteilungskollegium auf den Bericht der Prüfungskommission in einer Sitzung darüber, ob und mit welchem der drei Prädikate:

„Bestanden“
„Gut bestanden“
„Mit Auszeichnung bestanden“

der Bewerber als bestanden zu erklären und die Erteilung der Würde eines Doktor-Ingenieurs an ihn bei Rektor und Senat zu beantragen ist. Der Senat fasst in seiner nächsten Sitzung über den Antrag des Abteilungskollegiums Beschluss.

§ 7.

Der Beschluss des Senates wird dem Bewerber durch den Rektor mitgeteilt. Das Doktor-Ingenieur-Diplom wird ihm jedoch erst ausgehändigt, nachdem er 200 Abdrücke der als Dissertation anerkannten Schrift eingereicht hat. Vor der Aushändigung des Diploms hat er nicht das Recht, sich Doktor-Ingenieur zu nennen.

Die eingereichten Abdrücke müssen ein besonderes Titelblatt tragen, auf dem die Abhandlung unter Nennung der Namen des Referenten und des Korreferenten ausdrücklich bezeichnet ist als: von der Technischen Hochschule ....... zur Erlangung der Würde eines Doktor-Ingenieurs genehmigte Dissertation.

§ 8.

Das Doktor-Ingenieur-Diplom nach dem in Anlage I enthaltenen Muster wird im Namen von Rektor und Senat ausgestellt und von dem Rektor eigenhändig unterzeichnet. Ein Abdruck des Diploms wird 14 Tage lang am schwarzen Brett des Senates ausgehängt.

Die erfolgten Promotionen werden nach Massgabe des in Anlage II enthaltenen Musters halbjährlich im Reichsanzeiger veröffentlicht.

§ 9.

Die Hälfte der Prüfungsgebühr wird nach Abzug der erwachsenen sächlichen Kosten (z. B. der aus § 8, Abs. I erwachsenen Auslagen, der Vergütungen für Bureauarbeiten und sonstige Dienstleistungen) zu einer Kasse für allgemeine Zwecke der Hochschule (z. B. Hilfskasse, studentische Krankenkasse, Unterstützung von Studienveröffentlichungen und sonstigen wissenschaftlichen Arbeiten von Studierenden, Ehrenausgaben u. s. w., welche zur Verfügung des Senates steht) vereinnahmt. Die andere Hälfte der Gebühr wird unter die Mitglieder der Prüfungskommission nach einer vom Senat zu erlassenden allgemeinen Anordnung verteilt.

§ 10.

Bedürftigen und besonders würdigen Bewerbern kann der zweite Teilbetrag (§ 4 letzter Absatz) der Prüfungsgebühr auf Vorschlag der Abteilung vom Senat erlassen werden.

§ 11.

Von dem Nichtbestehen der Prüfung oder von der Abweisung eines Bewerbers ist sämtlichen deutschen Technischen Hochschulen vertraulich Mitteilung zu machen.

Eine abermalige Bewerbung ist nur einmal und nicht vor Ablauf eines Jahres zulässig. Dies gilt auch, wenn die erste erfolglose Bewerbung an einer anderen Hochschule stattgefunden hat.

War die erste Bewerbung an der nämlichen Hochschule erfolgt, und war bei derselben die Dissertation angenommen worden, aber die mündliche Prüfung ungünstig ausgefallen, so ist nur die letztere zu wiederholen und nur der zweite Teilbetrag der Prüfungsgebühr nochmals zu entrichten.

§ 12.

In Anerkennung hervorragender Verdienste um die Förderung der technischen Wissenschaften kann auf einstimmigen Antrag einer Abteilung durch Beschluss von Rektor und Senat unter Benachrichtigung der übrigen deutschen Technischen Hochschulen die Würde eines Doktor-Ingenieurs Ehrenhalber als seltene Auszeichnung verliehen werden.

Berlin, den 19. Juni 1900.

Der Minister
der geistlichen, Unterrichts- und Medizinal-Angelegenheiten.
Studt.

## Personalien.

Der Privatdozent an der Technischen Hochschule in München Dr. C. Heinke ist zum ordentlichen Professor für Elektrotechnik daselbst ernannt worden.

Der ausserordentliche Professor an der Universität Würzburg, Dr. Ludwig Medicus, ist zum ordentlichen Professor der Pharmacie und angewandten Chemie, sowie zum Vorstand des technologischen Instituts in der philosophischen Fakultät befördert worden.

Der Professor an der Staats-Gewerbeschule in Krakau, Dr. Johann Rajewski, ist zum ausserordentlichen Professor der Mathematik an der Universität in Lemberg ernannt worden.

Zum Direktor der Technischen Hochschule in München ist für die nächsten 3 Jahre der Professor der Mathematik Walther Dyck ernannt worden.

Für das Studienjahr 1900/01 ist der o. Professor der Physik Dr. Schering zum Rektor der Technischen Hochschule in Darmstadt gewählt und ernannt worden.

Zum ersten Rektor der neuen Birmingham-Universität wurde der Professor der Experimentalphysik am University College in Liverpool Oliver Lodge ernannt.

In Breslau habilitierte sich Dr. Herz für Chemie.

## Berichtigungen.

In der Arbeit von E. Villari, Heft 42, S. 450, zweite Spalte, Zeile 23 muss statt Entladungen „Ladungen“, Seite 451, erste Spalte, Zeile 52 statt 100 Teile „1000 Teile“ stehen.

In der Arbeit von E. van Aubel, Heft 42, Seite 452 ist statt Arcet durchgängig Darcet zu setzen. Seite 452, erste Spalte, Zeile 45 muss es heissen „zwischen $100^0$ und $+18^0$, $+18^0$ und $-79^0$, $-79^0$ und $-186^0$.“

## Gesuche.

Für die Physikalische Abteilung des Physikalischen Vereins in Frankfurt a. M. wird zu sofortigem Eintritt

**ein Assistent**

gesucht. Auch ältere im Experimentieren erfahrene Studenten werden berücksichtigt. Bewerbungen an Dr. **Hermann Th. Simon**, Kettenhofweg 113 II, Frankfurt a. M.

Für die Redaktion verantwortlich Dr. H. Th. Simon in Frankfurt a. M. — Verlag von S. Hirzel in Leipzig.
Druck von August Pries in Leipzig.